

Avaliação da eficiência de campo em operações agrícolas com recurso à tecnologia GPS

António Maria Carvalho Tirapicos

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Agronómica

Orientador: Doutor Pedro Jorge Cravo Aguiar Pinto

Co-orientador: Doutor Ricardo Nuno Fonseca Garcia Pereira Braga

Júri:

Presidente: Doutor Pedro Manuel Leão Rodrigues de Sousa, Professor Catedrático do
Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa

Vogais: Doutor Pedro Jorge Cravo Aguiar Pinto, Professor Catedrático do Instituto Superior
de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa;

Doutor José Manuel Nobre Oliveira Peça, Professor Associado da Universidade de
Évora;

Doutor José Luís Monteiro Teixeira, Professor Associado do Instituto Superior de
Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa;

Doutor Ricardo Nuno da Fonseca Garcia Pereira Braga, Professor Adjunto da
Escola Superior Agrária de Elvas do Instituto Politécnico de Portalegre.

Lisboa, 2012

Agradecimentos

Quero agradecer em especial àqueles que da sua maneira me ajudaram e deram a sua contribuição na realização desta dissertação e pela minha passagem pelo Instituto Superior de Agronomia:

Em primeiro lugar ao Professor Pedro Aguiar Pinto por ter aceite a orientação desta tese, pela sugestão do tema e por todo o apoio e conhecimentos dado ao longo destes anos.

Ao Professor Ricardo Braga, pela grande disponibilidade e apoio durante a realização deste trabalho, concretizado em todas as sugestões, críticas e recomendações com que desde o início acompanhou este trabalho.

Ao Professor Pimentel que me disponibilizou pessoalmente a sua tese de Doutoramento, cuja consulta foi importante para a obter referências bibliográficas de suporte a esta dissertação.

Não posso deixar de referir e agradecer também ao Professor Pedro Lynce por todo o apoio, conhecimentos e pela determinação com que sempre me ajudou durante o meu período académico.

Ao Henrique Macau pela disponibilização da sua exploração para efetuar este estudo e pela ajuda no trabalho de campo desta tese.

À minha família, em especial ao meu pai e avôs, que toda a vida estiveram ligados à área agrícola, pelos grandes agricultores que foram, por tudo que me ensinaram e pela força que me transmitiram durante todo o meu percurso de estudante.

À Ana e a todos os meus amigos que com todo o seu apoio, foram muito importantes durante este período em que estive no Instituto Superior de Agronomia.

A todos o meu muito obrigado.

Resumo

No passado, a medição dos componentes necessários à determinação da eficiência de utilização das máquinas agrícolas era difícil e morosa sendo geralmente utilizado um cronómetro no local durante a operação. Atualmente com o sistema *GPS* pode obter-se essa informação de maneira muito mais rápida e simples.

Este trabalho testou uma metodologia de determinação da eficiência de campo das operações agrícolas com recurso ao *GPS*.

Foram medidos tempos de trabalho de diversas operações agrícolas e posteriormente compararam-se com informação obtida na bibliografia. Uma vez que não existem muitos estudos práticos efetuados acerca deste tema para mais comparações, constatou-se que na maioria, as eficiências de campo obtidas no terreno foram ligeiramente inferiores aos valores existentes na bibliografia consultada (particularmente aquelas que implicam a aplicação de fatores de produção). Através de uma análise posterior e mais detalhada dos dados recolhidos pelo *GPS* identificaram-se as causas e as zonas onde a operação foi menos eficiente e eventualmente, ajustar a operação de modo a conseguir melhorias de eficiência de campo.

A análise de dados como estes podem ajudar os gestores de explorações agrícolas a melhorar as suas decisões de gestão do seu parque de máquinas de modo a aumentar a eficiência na sua exploração.

Palavras-chave: *GPS*; Máquinas agrícolas; Eficiência de campo; Operações agrícolas;

Abstract

In the past, the estimation of field efficiency for agricultural machinery based on measurements of area and time was difficult and time consuming using a stopwatch during operation. Currently with the GPS system one can obtain this information much faster and in a simpler manner.

This study tested a methodology for the estimation of the field efficiency of agricultural operations using the GPS.

We measured working time of several agricultural operations and subsequently compared with data available in the literature. Since there are few empirical studies conducted on this subject the comparisons were mainly restricted to the data collected from literature; it was found that the majority of the field efficiencies obtained were slightly lower than those reported (mainly in operations involving the application of production factors). Through further and more detailed analysis on data collected by GPS one can identify areas where the operation was less efficient and make improvements in work performance.

The analyzed data can help managers improve farm management decisions on machinery use, increasing their operation efficiency.

Key Words: *GPS*; agricultural machinery; field efficiency; agricultural operations

Extended Abstract

Ever more Agriculture requires the correct management and precision of resources to minimize production costs and maximize the revenues. Only in this way it becomes possible maximize gross margins, doing farms more competitive and economically sustainable.

The estimation of field efficiency for agricultural machinery, in the past, was based on measurements of area and time was difficult and time consuming using a stopwatch during operation. Currently with the GPS system one can obtain this information much faster and in a simpler manner.

Through the analysis of the data collected by the GPS, one can determine the duration of stops as well as to the duration of useful work, being able therefore to make an assessment of the field efficiency of the operation performed. The determination of the field efficiencies provides the information that is very useful to be able to make correct decisions in the management of a number of machines. Adding up the total time that the machine was idle during a campaign we can decide whether it is more profitable to acquire another machine (or not) if the downtime is due to equipment problems or whether it is more feasible to use the provision of agricultural services from a specialized enterprise.

This study tested a methodology for the estimation of the field efficiency of agricultural operations using the GPS.

We measured working time of several agricultural operations and subsequently compared with data available in the literature. Since there are few empirical studies conducted on this subject the comparisons were mainly restricted to the data collected from literature; it was found that the majority of the field efficiencies obtained were slightly lower than those reported (mainly in operations involving the application of production factors). Through further and more detailed analysis on data collected by GPS one can identify areas where the operation was less efficient and make improvements in work performance.

One of the main costs in accounts of culture is related with the use of machines doing agricultural operations. The costs of using farm machinery are decreased when the machines are used with maximum efficiency, guaranteeing the quality of work done.

The analyzed data can help managers improve farm management decisions on machinery use, increasing their operation efficiency.

Índice

Agradecimentos	II
Resumo.....	III
Abstract.....	IV
Extended Abstract.....	V
Índice	VI
Índice de Figuras.....	IX
Índice de Quadros	XI
1. Introdução	1
1.1 Objetivos.....	2
2. Revisão Bibliográfica	3
2.1 A Cultura do milho em Portugal	3
2.2 Rendimento de trabalho das máquinas agrícolas.....	7
2.3 Fatores que afetam a eficiência de utilização de máquinas Agrícolas	9
2.3.1 Dimensão e geometria da parcela	9
2.3.2 Precipitação.....	10
2.3.3 Viragens, manobras e condições do terreno.....	11
2.3.4 Utilização parcial da real capacidade da máquina	11
2.3.5 Desobstrução da máquina	12
2.3.6 Afinações nas máquinas e reparações de avarias.....	12
2.3.7 Operações de reabastecimento.....	14
2.3.8 Operações de descarga	14
2.3.9 Paragens para descanso.....	15
2.3.10 Inadequação da máquina à situação	15
2.4 Planeamento do parque de máquinas.....	15
2.5 Sistema de posicionamento global (GPS)	16
2.6 Sistemas de Informação Geográfica (SIG).....	18
3. Material e métodos	19
3.1 Local do trabalho de campo	19

3.1.1 Herdade da Francelheira	19
3.1.2 Herdade do Curral da Légua	21
3.2 Recolha, análise e processamento dos dados GPS.....	23
3.3 Operações monitorizadas	26
3.3.1 Herdade da Francelheira	26
3.3.1.1 Aplicação de herbicida em pré-sementeira	26
3.3.1.2 Aplicação de corretivo	27
3.3.1.3 Aplicação de adubo	27
3.3.1.4 Sementeira direta.....	28
3.3.1.5 Colheita.....	29
3.3.2 Herdade do Curral da Légua	29
3.3.2.1 Gradagem.....	29
3.3.2.2 Sementeira convencional.....	30
4. Resultados e Discussão	31
4.1 Resultados Herdade da Francelheira.....	31
4.1.1 Aplicação de herbicida	31
4.1.2 Aplicação de corretivo	33
4.1.3 Aplicação de adubo	35
4.1.4 Sementeira Direta.....	38
4.1.5 Colheita	41
4.2 Resultados da Herdade do Curral da Légua	43
4.2.1 Gradagem	43
4.2.2 Sementeira convencional	44
4.3 Tempos de trabalho das operações e eficiência de campo.....	47
4.4 Discussão de resultados das várias operações	50
4.4.1 Aplicação de herbicida	50
4.4.2 Aplicação do corretivo	51
4.4.3 Aplicação de adubo	51
4.4.4 Sementeira direta	52

4.4.5 Colheita	54
4.4.6 Gradagem	54
4.4.7 Sementeira convencional	55
5. Conclusões	56
6. Bibliografia	58
7. Anexos	61
7.1 ANEXO I Cálculos dos tempos de trabalho:	61
7.1.1 Aplicação de herbicida:	61
7.1.2 Aplicação de corretivo	63
7.1.3 Aplicação de Adubo.....	64
7.1.4 Sementeira direta	65
7.1.5 Colheita	66
7.1.6 Gradagem	68
7.1.8 Sementeira convencional	69
7.2 ANEXO II Ajuste aos tempos de trabalho	71
7.2.1 Aplicação de herbicida retirando o tempo de deslocação:	71
7.2.2 Aplicação de distribuição de calcário diminuindo para metade o tempo de abastecimento:	71
7.2.3 Aplicação de distribuição de calcário diminuindo para metade o tempo de abastecimento:	71
7.2.4 Sementeira diminuindo o tempo de deslocação em metade, o tempo morto em 90%, e tempo de abastecimento para metade:	72
7.2.5 Colheita diminuindo os tempos de deslocação e retirando o tempo de abastecimento:	72
7.3 ANEXO III - Análise de solo	74

Índice de Figuras

Figura 1- Evolução das áreas de milho em Portugal (2004-2011).	4
Figura 2-Evolução das áreas de milho em Portugal por região (2009-2011)	5
Figura 3- Evolução das áreas de cereais em Portugal (2009 – 2011).....	6
Figura 5 - Relação entre a dimensão da parcela e os tempos mortos.	10
Figura 6 - Gráfico da potência necessária do trator em função da largura da alfaia (grade). 12	
Figura 7 - Constelação de satélites 24 satélites que constituem o GPS.	17
Figura 8 - Imagem da herdade da Francelheira obtida no Google Earth.	20
Figura 9 – Reprodução da carta de solos (nº 40A) que inclui a Herdade da Francelheira. ...	20
Figura 10 – Imagem da herdade do Curral da Légua obtida no Google Earth.	22
Figura 11 - Carta de solos (nº 35D) da Herdade do Curral da Légua.	23
Figura 12 - Imagem retirada do <i>software</i> Arcview dos pontos recolhidos pelo recetor GPS na aplicação de herbicida.....	25
Figura 13 - Operação de aplicação de herbicida na herdade da Francelheira	26
Figura 14 - Adubação na Herdade da Francelheira, pode ver-se a localização do GPS instalado em cima da cabine do trator.	27
Figura 15 - Sementeira direta na Herdade da Francelheira	29
Figura 16 - Operação de gradagem na Herdade do Curral da Légua	30
Figura 17 - Distribuição de pontos recolhidos pelo GPS da aplicação de herbicida na herdade da Francelheira	32
Figura 18 - Distância entre passagens consecutivas da operação de aplicação de herbicida (11,83m) herdade da Francelheira.	32
Figura 19 - Classificação dos tempos de trabalho da operação de aplicação de pulverização na herdade da Francelheira.....	33
Figura 20 - Distribuição dos pontos recolhidos na aplicação de corretivo herdade da Francelheira	34
Figura 21 - Distância entre passagens consecutivas na aplicação de corretivo (22,89m) herdade da Francelheira.	35
Figura 23 - Distribuição dos pontos recolhidos na aplicação de adubo herdade da Francelheira	36
Figura 24 - Distância entre passagens consecutivas na aplicação de adubo (12,31m) na herdade da Francelheira.	37
Figura 25- Classificação dos tempos de trabalho na operação de aplicação de adubo (potássio) na herdade da Francelheira.	38

Figura 26 - Distribuição dos pontos recolhidos na sementeira direta na herdade da Francelheira	39
Figura 27 – Distância entre passagens consecutivas do semeador (6m) na Herdade da Francelheira	40
Figura 28- Classificação dos tempos de trabalho na operação de sementeira direta na herdade da Francelheira.	41
Figura 29 - Distribuição dos pontos recolhidos na colheita na herdade da Francelheira.....	41
Figura 30 - Classificação dos tempos de trabalho na operação de colheita na herdade da Francelheira.	42
Figura 31 - Distribuição dos pontos recolhidos na gradagem na herdade do Curral da Légua	43
Figura 32 Classificação dos tempos de trabalho na operação de gradagem na herdade do Curral da Légua.....	44
Figura 33 - Distribuição dos pontos recolhidos na operação de sementeira convencional na herdade do Curral da Légua.....	45
Figura 34 - Largura de trabalho da operação de sementeira convencional (3,06m) da herdade do Curral da Légua.....	45
Figura 35 – Classificação dos tempos de trabalho na operação de sementeira convencional na da herdade do Curral da Légua.	46
Figura 36 – Distribuição dos diferentes dias de sementeira.....	53

Índice de Quadros

Quadro 1 - Área de milho em Portugal (fonte:Anpromis, IFAP) *Dados provisórios.....	4
Quadro 2 – Área de milho em Portugal por região.....	5
Quadro 3- Área de produção de alguns cereais em Portugal	6
Quadro 4- Efeito da geometria da folha no tempo necessário para trabalhar uma área de 10ha (Witney,1988)	10
Quadro 5 – Precipitação diária (R) que interdita a realização de alguns trabalhos segundo diversos autores.....	10
Quadro 6- Tabela dos dados recolhidos pelo <i>GPS</i> no <i>software</i> Arcview	24
Quadro 7 - Tempos de trabalho (horas) das operações analisadas com a % do tempo em função do tempo total de trabalho.	47
Quadro 8- Quadro para os tempos acessórios (T.A.),onde inclui T.A.V. - tempo de viragem,T.A.A.- tempo de abastecimento,T.A.M. - tempo de manutenção tempo, T.A.R. – Tempo de repouso e T.M.V.-Tempo médio de viragem.....	47
Quadro 9 – Diversos parametros relativos ao cálculo da eficiencia de campo das operações analisada: Capacidade teórica de trabalho (C.T.T.); Capacidade efetiva de trabalho (C.E.T); Eficiência de campo da operação (EC); Velocidade média correspondente ao Tempo efetivo T.E. de trabalho (Vel.)	48
Quadro 10 – Eficiência de campo e velocidade de trabalho com base em Hunt (1983).....	49
Quadro 11 - Tabela referente à eficiencia de campo padrão e velocidade de trabalho com base na American Society of Agricultural Engineers	49
Quadro 12 – Comparação da eficiência de campo e velocidade de trabalho obtidos neste trabalho com os da bibliografia consultada.....	50
Quadro 13 – Tabela resumo da eficiência de campo e velocidade de trabalho obtidos e melhorados em comparação com os da bibliografia consultada segundo ASAE (2003).....	55

1. Introdução

Cada vez mais a agricultura exige a gestão correta e precisa dos recursos de forma a minimizar os custos de produção e a maximizar as receitas. Apenas desta forma se torna possível maximizar as margens brutas, tornando as empresas agrícolas mais competitivas e economicamente sustentáveis.

Um dos principais custos na generalidade das contas de cultura diz respeito à utilização de máquinas na realização de operações agrícolas. Os custos de utilização de máquinas agrícolas são menores quando as máquinas são utilizadas com a máxima eficiência, garantindo a qualidade do trabalho realizado. A eficiência de utilização das máquinas depende, por seu lado, da operação em si, do tipo de máquina utilizada, da parcela, do desempenho do operador e das condições do terreno (Grisso et al., 2002). As características da parcela que afetam a eficiência de utilização das máquinas incluem a geometria, a topografia, o comprimento das linhas e a área de cabeceira usada para viragem.

Deste modo, estes fatores afetam o custo total das operações agrícolas nomeadamente no que se refere a mão-de-obra, desgaste material, combustíveis, lubrificantes e reparações. O aumento da eficiência na utilização das máquinas agrícolas resultará então num decréscimo dos seus custos de utilização. (Ehsani, 2009)

Hoje em dia, a maior parte dos empresários agrícolas desconhece a eficiência de utilização das suas próprias máquinas nas condições reais de terreno (Ehsani, 2009), essa informação é essencial para o correto dimensionamento, planeamento e gestão do parque de máquinas (Grisso et al. 2002).

Uma das questões mais críticas na gestão das explorações agrícolas resulta da existência de uma “janela de oportunidade” para a realização das operações culturais quando estas não são diferíveis, pelo que o correto dimensionamento do parque de máquinas e planeamento operacional se tornam críticos.

Os estudos tradicionais do rendimento da maquinaria agrícola recorriam ao uso de cronómetros com observações registadas manualmente num caderno (Renoll, 1965). Estes estudos exigiam paciência, tempo e a presença do investigador no local durante a

realização da operação. Deste modo, eram determinadas eficiências de utilização das máquinas em condições padrão, que depois eram utilizadas no planeamento do parque de máquinas das explorações agrícolas.

Apesar de não se encontrar ainda muito divulgado e ser desconhecido por grande parte dos empresários agrícolas nacionais, o *GPS* (Global Positioning System), pode fornecer informações muito importantes e úteis sobre a eficiência e desempenho de operações agrícolas em condições reais de cada exploração.

1.1 Objetivos

O objetivo desta dissertação é testar uma metodologia para a utilização do *GPS* com o intuito de determinar, em condições reais de explorações agrícolas portuguesas, a eficiência de campo de diversas máquinas agrícolas em operações culturais na cultura do milho. Em paralelo utilizou-se a metodologia aplicada para comparar os valores de eficiências de campo obtidos a partir de tabelas existentes na bibliografia consultada, adaptadas por Hunt (1983) e American Society of Agricultural Engineers (ASAE 2003). Deste modo procedeu-se à análise crítica e proposta de melhorias.

O trabalho de campo para esta dissertação foi efetuado em duas explorações agrícolas distintas: Herdade da Francelheira, localizada no concelho de Évora, freguesia de São Manços e na Herdade do Curral da Légua situada no concelho de Évora, freguesia de Montemor-o-Novo.

2. Revisão Bibliográfica

2.1 A Cultura do milho em Portugal

O milho é uma planta que pertence à divisão das Fanerogâmicas, subdivisão das Angiospérmicas, classe das Monocotiledóneas, ordem das Gramínideas, família das Gramíneas, tribo Maydeae, género Zea L. e espécie Zea Mays L.. É uma das culturas mais estudadas no mundo a par da cultura do Trigo e Soja. (Bennetzen e Hake, 2008).

A origem mais provável do milho situa-se no México Meridional, na América Central e foi introduzido na Europa na sequência da descoberta da América. A cultura do milho foi introduzida em Portugal no Baixo Mondego na zona de Coimbra no século XVI. Desde então ganhou o estatuto de uma cultura com grande tradição em Portugal. Grande parte do milho que é consumido no nosso país é importado, traduzindo-se num grau de aprovisionamento de cerca de 37% (Anpromis) Há porém condições para aumentar a produção, reduzindo assim a dependência. O milho é o terceiro cereal mais cultivado no mundo (FAO, 2012), sendo considerado um produto estratégico á escala mundial e também no nosso país. É a base da alimentação de grande parte da população mundial por via da sua utilização na produção de rações para animais, em que entra com uma proporção superior a 50% na sua composição.

Os *stocks mundiais* deste cereal estão a baixar, ao mesmo tempo que a procura em países emergentes tais como a China e o Brasil têm mostrado uma tendência ascendente.

Uma excelente oportunidade para desenvolver a cultura do milho em Portugal está na zona de influência do Alqueva, cuja água abrange uma das explorações (Herdade da Francelheira) onde foram colhidos dados para a realização deste trabalho.

A Associação dos Produtores de Milho e Sorgo (ANPROMIS, 2012) estima que o grau de aprovisionamento do país possa chegar aos 47,5%, caso sejam produzidos mais 20000 ha de milho (240000 t).

Através do Quadro 1 e da Fig. 1 podemos verificar que na campanha de 2011 se verificou um aumento de 4922ha (4%), na área nacional de cultura milho, ocupando assim uma área total de 137413ha. Neste total, o milho para grão corresponde a 87737 ha e os restantes 49676 ha são de milho-silagem. Este aumento ficou a dever-se inteiramente ao milho para grão, 6167ha (8%), já que a área de milho para silagem decresceu 2% (-1245ha).

Quadro 1 - Área de milho em Portugal (fonte:Anpromis, IFAP) *Dados provisórios

Anos	Milho grão (ha)	Milho silagem (ha)	Total Milho (ha)
2004	154108	59037	213145
2005	114720	55639	170359
2006	100783	54121	154904
2007	99108	52837	151945
2008	102374	52705	155079
2009	84678	51730	136408
2010	81570	50921	132491
2011*	87737	49676	137413
Dif. 2010/2011	6167	-1245	4922
%	8%	-2%	4%

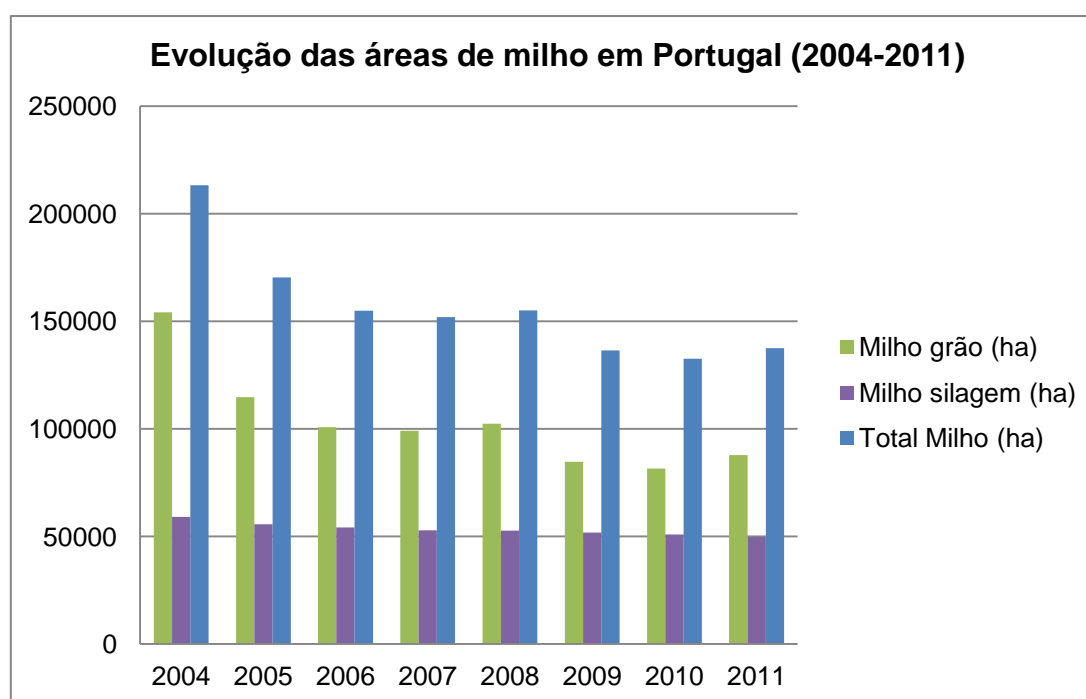


Figura 1- Evolução das áreas de milho em Portugal (2004-2011).

Fonte: Anpromis (2012)

A distribuição nacional desta evolução pode ver-se no Quadro 2 e Fig. 2. O maior aumento de área ocorreu no Alentejo - 5995ha (32%), seguido de Lisboa e Vale do Tejo - 2208ha (10%) e nos Açores - 535ha (6%). O grande acréscimo de área de milho que se verificou no Alentejo, deveu-se sobretudo à obra de Alqueva que permitiu construir novas zonas de regadio.

Verificou-se uma diminuição de área no Norte e no Centro respetivamente de 2269ha (-4%) e 1584ha (-5%). que apesar disso, ainda representam as maiores áreas de cultura de milho :Norte (53606ha) e Centro (31508ha) do país.

Quadro 2 – Área de milho em Portugal por região

Anos	Norte	Centro	Lisboa e Vale do Tejo	Alentejo	Algarve	Açores
2009	58103	35145	21746	12435	284	8695
2010	55875	33092	21775	12898	205	8646
2011*	53606	31508	23983	18893	242	9181
Dif. 2010/2011	-2269	-1584	2208	5995	37	535
%	-4%	-5%	10%	32%	15%	6%

(fonte: Revista Agrotec, IFAP)*Dados provisórios

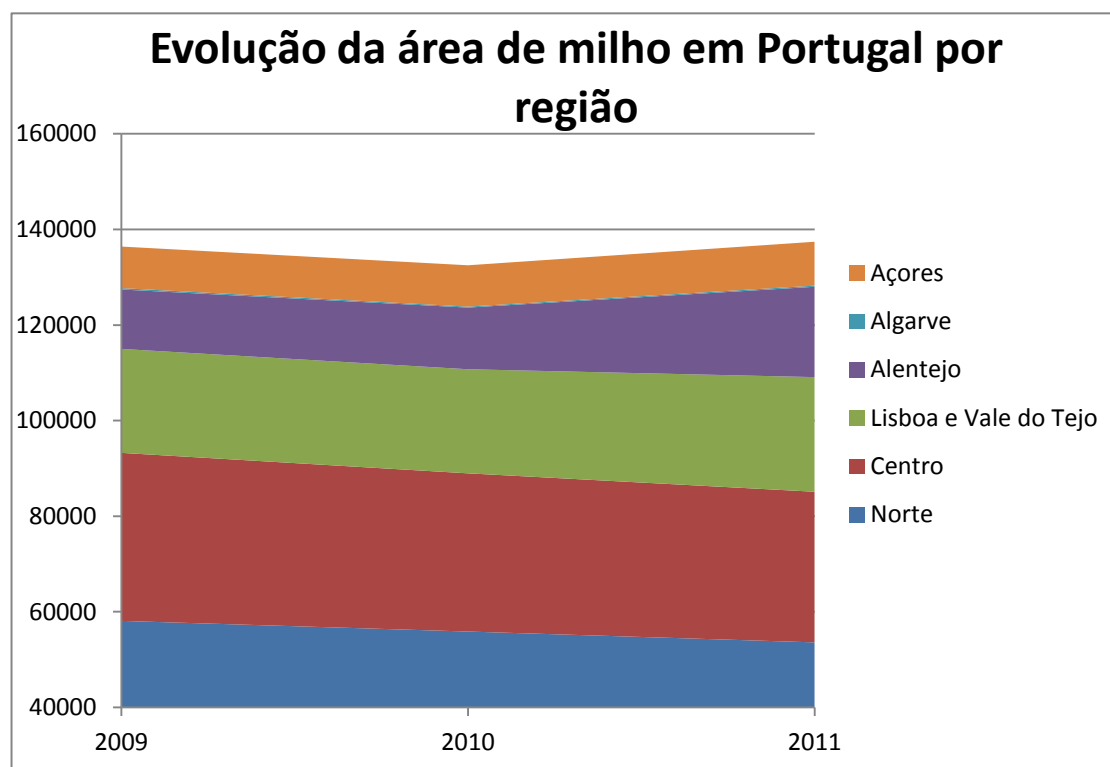


Figura 2-Evolução das áreas de milho em Portugal por região (2009-2011)

O milho é atualmente a cultura arvense mais importante em Portugal (Fig. 3). Tal como o arroz foi a única cultura que neste ano teve um aumento de área como podemos analisar através dos dados apresentados no Quadro 3.

Quadro 3- Área de produção de alguns cereais em Portugal

Anos	Arroz (ha)	Cevada (ha)	Trigo mole e rijo (ha)	Outros cereais (ha)	Milho (ha)
2009	27871	39050	58904	109497	136408
2010	28985	20324	51025	123832	132491
2011*	31213	16199	39532	111960	137413
Dif. 2010/2011	2199	-4125	-11493	-11844	4922
%	7%	-20%	-23%	-10%	4%

(fonte: Revista Agrotec, IFAP) *Dados provisórios

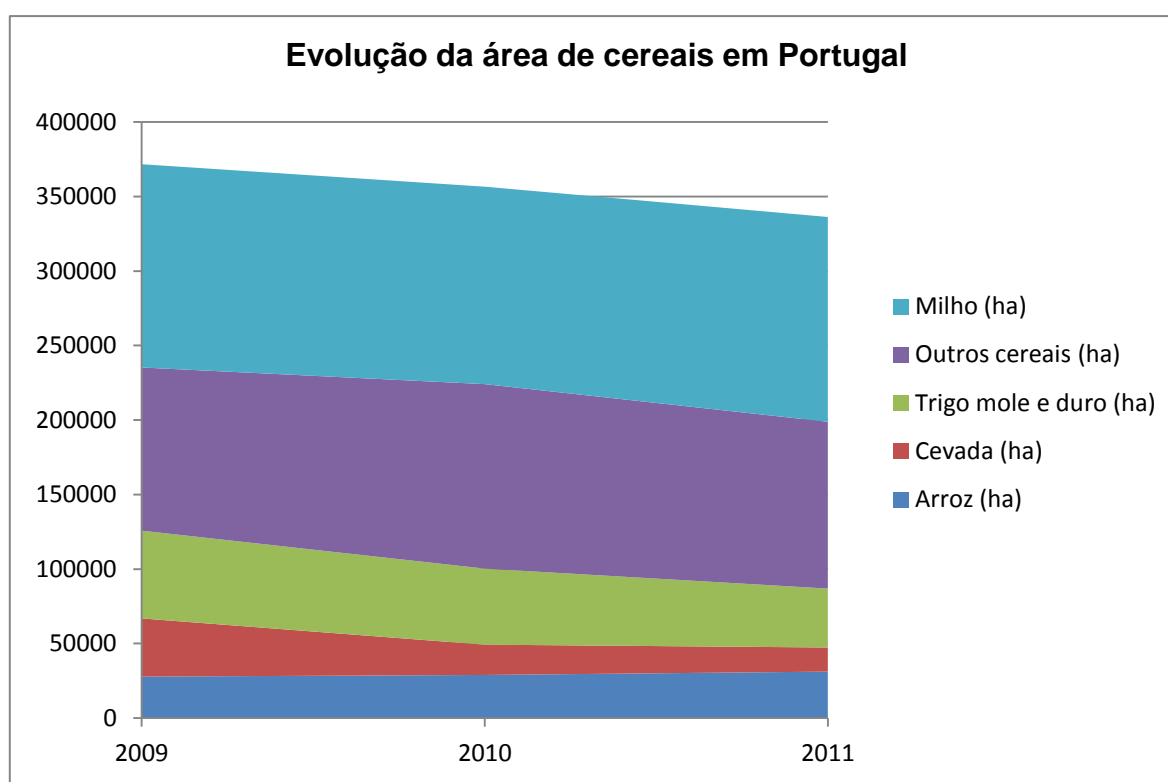


Figura 3- Evolução das áreas de cereais em Portugal (2009 – 2011).

Fonte: Anpromis (2012).

2.2 Rendimento de trabalho das máquinas agrícolas

A bibliografia técnico-científica de referência sobre o rendimento de trabalho de máquinas agrícolas é vasta podendo-se salientar Cary e Azevedo (1966), Lourenço e Alves (1968), Hunt (1988) e Witney (1988). Apesar de existirem muitos dados fiáveis e precisos acerca das especificações técnicas das máquinas, o conhecimento da sua eficiência é diminuto e pouco preciso, o que se deve à grande variabilidade de fatores que a influencia (Coelho, 1992).

O rendimento de trabalho das máquinas agrícolas tecnicamente designado por eficiência de campo, resulta do rácio entre a capacidade efetiva de trabalho (CET) e a capacidade teórica de trabalho (CTT). A capacidade de trabalho resulta do rácio entre a área trabalhada e o tempo gasto na operação, geralmente expresso nas unidades ha/h. O tempo gasto numa operação, ou tempo de tarefa (TT) resulta da soma dos tempos gastos em diversas componentes (tempos de trabalho), nomeadamente (adaptado de Hunt 1983):

- (1) Tempo principal ou tempo efetivo – (TE) – Tempo em que a máquina se encontra em trabalho efetivo i.e. à velocidade ótima e com a largura de trabalho total;
- (2) Tempo subsidiário ou tempo acessório – (TA)
 - (a) Tempo acessório de viragem – (TAV) – Tempo em que a máquina está a fazer voltas no fim da parcela;
 - (b) Tempo acessório de abastecimento – (TAA) – Tempo em que a máquina parou para abastecimento (grão, adubos, produtos fitofarmacos ou no caso da ceifeira-debulhadora de descarga do grão);
 - (c) Tempo acessório de manutenção – (TAM) – Tempo gasto no abastecimento de combustível, lubrificação das alfaías antes do início do trabalho ou afinação de alguma máquina;
 - (d) Tempo acessório de repouso – (TAR) – Tempo correspondente a pausas para refeições ou outros motivos;
- (3) Tempo de preparação – (TP) – Tempo de preparação, afinação da alfaia/máquina no local de trabalho, parcela ou no assento de lavoura;
- (4) Tempo de deslocação – (TD) – Tempo gasto pela máquina em deslocações;
- (5) Tempo morto – (TM) –

- (a) Tempo morto inevitável - (TMI) – Tempo em que a máquina pára (“atascamento”), necessidades fisiológicas do operador, avarias;
- (b) Tempo morto evitável - (TME) – Tempo em que a máquina pára por ócio ou erros.

Deste modo:

$$TT = TE + TA + TP + TD + TM$$

Capacidade Teórica de Trabalho (CTT, ha/h) = Área trabalhada (ha) / TE (h)

Capacidade Efetiva de Trabalho (CET, ha/h) = Área trabalhada (ha) / TT (h)

$$\text{Eficiência de campo } EC = \frac{CET}{CTT}$$

O tempo médio de viragem em cada operação é calculado pela expressão:

$$TMV = \frac{TAV}{n^{\circ} \text{ de viragens}}$$

A CTT pode também resultar da expressão:

$$CTT = \frac{\bar{V}_i \times \bar{LT}_i}{10}$$

em que \bar{V}_i representa a velocidade instantânea média (km/h) da e \bar{LT}_i a largura de trabalho instantânea média (m). Esta fórmula torna-se mais difícil de utilizar na prática com recurso a dados de monitorização por GPS, uma vez que obriga ao cálculo dos valores médios da velocidade e da largura de trabalho instantâneas. Entre estes dois parâmetros, a determinação da largura de trabalho instantânea, sendo possível, apenas se obtém como resultado de uma análise avançada da geometria da trajetória.

Os fatores que afetam o desempenho de uma máquina no campo reduzem a capacidade teórica de trabalho para um valor inferior correspondente à capacidade efetiva de trabalho. Entre esses fatores encontram-se:

- Fatores de natureza agronómica (condições do solo e da cultura para uma dada operação)
- Fatores de natureza estrutural (dimensão e forma da parcela que se relaciona com o numero de voltas, estado de limpeza das folhas)

- Fatores de natureza técnica (tempo aplicado em operações de reabastecimento, tempo aplicado em operações de descarga, tempo aplicado em operações de manutenção da máquina e reparação de avarias, inadaptação da máquina à situação concreta do trabalho, destreza do operador, paragem para descanso ou eventualmente mudança de turno entre operadores)

Alguns destes fatores são intrínsecos à própria operação cultural em causa, o que faz com que seja difícil de eliminar as perdas de eficiência da máquina que lhes estão associadas. Noutros casos estas perdas podem ser eliminadas ou minimizadas, graças a um bom planeamento, ao aparecimento de novas tecnologias (como o uso de GPS) e uma correta gestão da maquinaria agrícola.

A eficiência de campo é um critério importante para a determinação da capacidade de trabalho durante a realização das operações agrícolas, e indiretamente para tomadas de decisão importantes relativamente ao parque de máquinas existente na exploração.

2.3 Fatores que afetam a eficiência de utilização de máquinas Agrícolas

2.3.1 Dimensão e geometria da parcela

A relação entre o tempo morto e a área total de uma parcela foi definido por Pellizzi (1986) de acordo com a fig. 5.

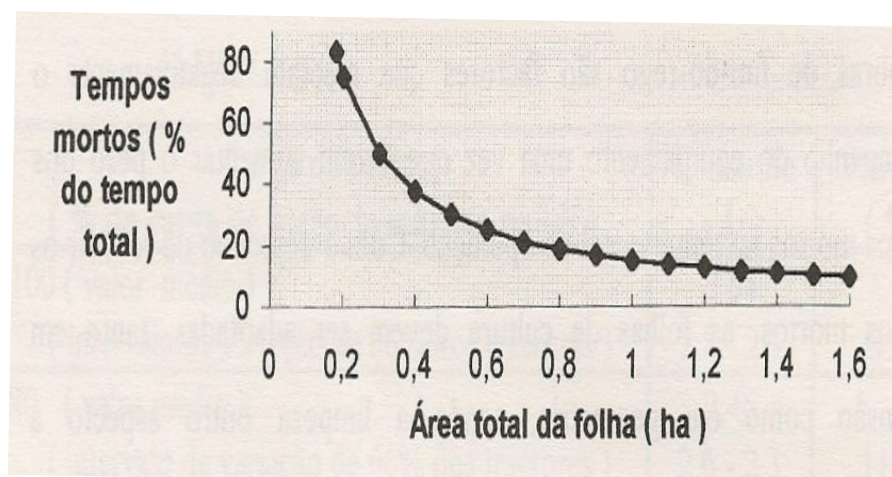


Figura 5 - Relação entre a dimensão da parcela e os tempos mortos.

Fonte: Pellizzi 1988

As parcelas de geometria retangular são as que necessitam de menores tempos de trabalho desde que a operação se faça segundo a direção do maior comprimento (quadro 4).

Quadro 4- Efeito da geometria da folha no tempo necessário para trabalhar uma área de 10ha (Witney,1988)

Geometria da Folha	Tempo Necessário (min/ha)	Índice
Quadrado	56,6	100
Retângulo (2:1)	54,0	95
Retângulo (4:1)	52,4	93
Soma de vários talhões	60,5	107
Quadrado com obstáculos	62,0	109

2.3.2 Precipitação

O fator ambiental, relativamente ao qual mais se estabelecem limitações para a execução dos trabalhos é a precipitação já que esta afeta sobretudo a transitabilidade do solo. Diferentes autores estabeleceram critérios de classificação quanto à possibilidade de realizar diferentes operações baseados na precipitação diária (Quadro 5).

Quadro 5 – Precipitação diária (R) que interdita a realização de alguns trabalhos segundo diversos autores

Trabalhos	Valores de R (mm/dia)		
	CNEEMA (1955)	Reboul et al. (1979)	Regato e Mendes (1979)
Lavoura	10	5	10
Gradagem	4	1	3
Escarificação	4	1	-
Sacha	-	3	3
Sementeira	4	1	1
Adubação de fundo	4	-	-
Colheita de cereais	5	0	-
Corte de forragens	1	-	1

2.3.3 Viragens, manobras e condições do terreno

Em resultado da existência na parcela de determinados tipos de obstáculos, a condução de máquinas agrícolas no campo implica a realização de manobras ou “voltas no campo” que também acontecem quando se atinge uma cabeceira. Quanto mais comprida e regular for a parcela, menor será o tempo gasto em viragens.

As manobras complexas aumentam muito o tempo perdido na realização de operações agrícolas (exemplo: necessidade de fazer marcha-atrás); aqui a destreza do operador é um fator de grande importância na condução dos tratores e na redução das perdas de tempo.

As características do terreno também condicionam o tempo gasto em manobras, nomeadamente a topografia ou a existência de afloramentos rochosos ou outros obstáculos (árvores, postes, etc.).

2.3.4 Utilização parcial da real capacidade da máquina

A forma como um operador funciona com a máquina irá determinar o grau com que a capacidade potencial é na realidade utilizada. Como exemplo numa escarificação, cuja largura de trabalho é de 4,5m e em que se verifique uma sobreposição de 0,3m em cada passagem, verifica-se uma significativa perda de 7% da sua capacidade de trabalho.

Para otimizar a potência disponível os equipamentos devem também ter dimensões adequadas.

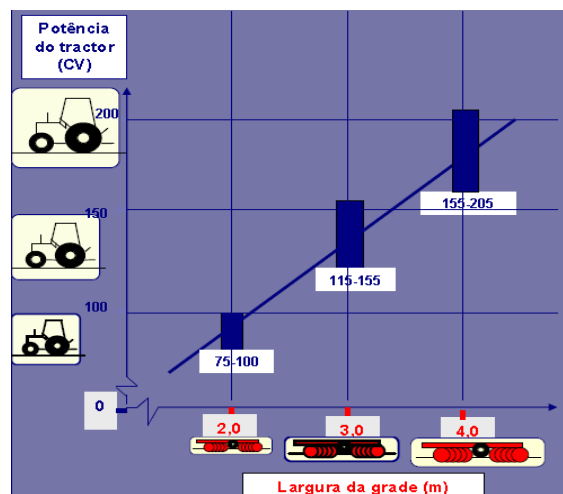


Figura 6 - Gráfico da potência necessária do trator em função da largura da alfaia (grade).

Fonte: Peça, J. e Serrano, J., 2010

Um uso correto e uma afinação ideal nas alfaias e máquinas agrícolas são fatores que contribuem para uma melhor eficiência de trabalho, resultando também uma redução de custos.

2.3.5 Desobstrução da máquina

Em muitas operações agrícolas, tais como a mobilização do solo, a não utilização correta das máquinas, faz com que aconteçam por vezes situações em que os seus órgãos ativos fiquem obstruídos. Para reduzir estas importantes perdas de tempo, é importante que a operação agrícola se realize no período de sação e com um uso correto das máquinas.

2.3.6 Afinações nas máquinas e reparações de avarias

A maior parte das alfaias agrícolas e tratores necessitam de uma afinação que se possível deve de ser efetuada antes do início de uma dada operação agrícola preferencialmente em alturas de maior “desafogo”. Existem regulações que têm de ser realizadas quando as

máquinas estão em trabalho no campo, principalmente quando dependem das condições da cultura (ceifeiras) ou do estado do solo (mobilização) sobre o qual se vai intervir.

Nestes casos, o tempo aplicado para realizar estas afinações poderá ser minimizado mas não eliminado. Assim, sem evitar as afinações imprescindíveis, deve-se procurar fazer todas as regulações possíveis antes de a máquina seguir para o campo para realizar a tarefa seguindo os conselhos do “Manual do Operador” da máquina.

A ocorrência de avarias na maquinaria agrícola são acontecimentos imprevisíveis, portanto, impossíveis de controlar. Porém, revisões periódicas nas máquinas ajudam, sem dúvida, a minimizar destes contratempos.

Uma paragem durante algum tempo, devida a uma avaria, por exemplo de um trator ou semeador numa altura de um trabalho não diferível (ex.: sementeira) irá ocasionar alterações no calendário de operações correspondente ao itinerário técnico subsequente resultando num prejuízo económico e efeitos negativos em todo o esquema produtivo da empresa.

Pode-se reduzir o risco de avarias através de um conjunto de cuidados a ter:

- Antes da época em que vai ser utilizada, deve-se inspecionar e reparar a máquina;
- Quando em trabalho, evitar pedras, buracos e outros obstáculos;
- Em terrenos mais irregulares deve-se praticar uma condução com maior cuidado e atenção;
- Não sobrecarregar o equipamento;
- Ter atenção a ruídos estranhos, vibrações ou mesmo cheiros que possam surgir;
- Realizar pequenas reparações sempre que necessário;
- Fazer vistorias periódicas para localizar a origem de problemas;
- Manter os órgãos de transmissão de potência corretamente afinados, alinhados e bem lubrificados;

Antes de começar ou no fim do dia de trabalho deverão ser feitas as manutenções diárias na máquina necessárias para o funcionamento destas (ex.: lubrificações máquinas, abastecimento de combustível). Existem algumas máquinas em que é necessária uma lubrificação mais intensa nalguns dos seus órgãos ativos que poderá ter que ser feita de forma frequente ao longo do dia.

É importante não esquecer que paragens para a reparação de pequenas avarias são preferíveis aos grandes períodos de imobilização por avarias que podiam ser facilmente evitadas, intervindo mais cedo.

2.3.7 Operações de reabastecimento

Estas operações são impossíveis de eliminar mas eventualmente podem ser minimizadas pois também constituem uma fonte de perda de eficiência de campo.

O reabastecimento de sementes, adubos ou produtos fitofarmacos, ou mesmo o abastecimento de combustível do trator, com um correto planeamento e uma adequada implementação das operações de reabastecimento, podem contribuir para minorar “perdas” significativas de tempo.

É importante referir em algumas operações como, por exemplo, no caso do enchimento das tremonhas dos semeadores / adubadores apresentarem perdas de tempo consideráveis. Se este reabastecimento implicar a deslocação do equipamento até ao local de reabastecimento, fora da parcela, essas perdas aumentam significativamente. Deste modo, para melhorar a eficiência de campo neste tipo de operações será aconselhável optar por tremonhas ou depósitos de maiores dimensões e a colocação das sementes e adubos a usar em locais estratégicos.

2.3.8 Operações de descarga

No caso das máquinas de colheita, como por exemplo, nas ceifeiras debulhadoras, acarretam muitas vezes tempo perdido que poderia ser utilizado na operação de colheita propriamente dita. Deve ser referido que, contudo, a tal “perda” de tempo é inevitável e faz parte da própria operação de colheita de grãos.

Em muitas das ceifeiras utilizadas em Portugal, a operação de descarga do grão, implica muitas vezes manobras para descarregar o tegão representando em algumas situações uma elevada percentagem de tempo perdido do tempo de trabalho da máquina

Consegue-se melhorar a eficiência de campo recorrendo a operadores mais experimentados conseguindo assim reduzir o tempo perdido para cerca de metade dos valores acima

referidos. Hoje em dia com a utilização de ceifeiras tecnologicamente mais avançadas, consegue-se que a descarga do grão seja feita em andamento com a máquina em trabalho, o que resulta na eliminação desta perda de tempo.

2.3.9 Paragens para descanso

As paragens para descanso, para além das questões sociais que lhes estão associadas, estão cada vez mais relacionadas com questões de segurança no trabalho.

O facto de se realizar com frequência pequenas paragens pode conduzir a um melhor desempenho dos operadores, devido, à melhor atenção que conseguem prestar ao serviço que estão a executar com vantagens para a realização de um melhor trabalho e também com incidência na diminuição do risco de acidentes.

Contudo, devem ser evitadas grandes paragens, já que, por exemplo, uma paragem de 20 minutos de manhã e 20 minutos à tarde, representa cerca de 8% do tempo perdido no final de um dia de 8h de trabalho.

2.3.10 Inadequação da máquina à situação

A utilização desadequada dos equipamentos agrícolas constitui uma das maiores causas da sua baixa eficiência de utilização. Esta situação deve ser encarada, não de forma isolada, mas considerando todo o parque de máquinas existente na exploração. Um parque de máquinas bem adaptado à exploração estará sempre relacionado com a eficiência de cada uma das suas componentes, ou seja, dependerá de cada um dos equipamentos que o constituem.

2.4 Planeamento do parque de máquinas

No planeamento das operações de uma exploração agrícola é necessário definir a mão-de-obra e os equipamentos disponíveis, conhecer a natureza dos tempos padrão dos trabalhos que integram o sistema cultural e os períodos reais de trabalho (Coelho, 1992).

Segundo Barros e Estácio (1972) o planeamento do parque de máquinas deve especificamente ser feito de acordo com as necessidades de trabalho (que depende do estado em que se encontra o solo e dos dias necessários para a realização do trabalho), a disponibilidade de equipamentos e a sua eficiência de campo (que depende dos dias disponíveis, dos equipamentos disponíveis e da eficiência de campo das máquinas).

É importante referir que um dia é considerado disponível do ponto de vista da realização de uma operação agrícola quando as condições meteorológicas e o estado do solo permitem o tráfego da máquina no campo e uma atuação plena dos órgãos ativos da alfaia. Um solo é considerado trabalhável, de acordo com Hassan e Broughton (1975), se um trator ou máquina agrícola pode executar determinada operação de forma satisfatória e sem causar danos significativos ao solo.

O dimensionamento do parque de máquinas da exploração deve ser feito de acordo com uma programação das operações, sobretudo as não diferíveis (Mendes 1983), e deve basear-se na determinação dos dias disponíveis (tempo disponível TD) e nos dias necessários (tempo necessário TN) para a realização de cada operação.

O tempo disponível para a realização de determinada operação depende de diversos aspetos nomeadamente a oportunidade em relação ao estado fenológico da cultura, ao teor de humidade do solo, à suscetibilidade de ocorrência de uma doença ou de danos causados por uma praga, etc. O tempo necessário dependerá da área a operar e da capacidade efetiva de trabalho que por sua vez depende da eficiência de campo.

O rácio entre o tempo necessário e o tempo disponível resulta no número de máquinas que é necessário ter em atividade de forma a concluir a operação no tempo planeado.

2.5 Sistema de posicionamento global (GPS)

O GPS (Global Positioning System) foi criado pelo Departamento de Defesa dos E.U.A., para oferecer a posição instantânea, bem como a velocidade e o horário de um ponto qualquer sobre a superfície da terra ou bem próximo a ela, num referencial tridimensional (Bernardi, e Landim, 2002). O projeto GPS que se iniciou em 1973, só se tornou totalmente operacional em 1994.

O sistema é composto por 24 satélites que se encontram a 20200 km da superfície terrestre (Fig. 7), cujo conjunto é denominado Navstar (Navigation Satellite with Time and Ranging).

Os 24 satélites encontram-se distribuídos por um total de 6 orbitas, havendo 4 satélites por órbita, de maneira a que a qualquer instante se encontrem sempre 4 satélites sobre qualquer ponto da superfície da terra, de maneira a conseguir obter o posicionamento 3D de qualquer ponto em tempo real e com extrema precisão.

Segundo Han et al. (1994), para aumentar a precisão do sistema, pode-se usar uma técnica de correção das posições, denominada correção diferencial. Assim, para o funcionamento do sistema de GPS diferencial ("Differential Global Positioning System - DGPS"), deve existir um segundo recetor, denominado recetor ou estação-base, instalado num ponto fixo e de coordenadas conhecidas.

Os posicionamentos obtidos por GPS estão sujeitos a um determinado conjunto de erros, que em cada momento determinam a exatidão e precisão do sistema. Estes erros têm diversas origens, nomeadamente, (a) geometria dos satélites em relação ao observador (medida pelo DOP – dilution of precision – sendo desejáveis valores inferiores a 3) (b) desvios dos relógios dos satélites; (c) atraso de propagação e processamento dos sinais pelos circuitos dos satélites; (d) ocorrência de trajetórias múltiplas dos sinais; (e) efeitos da atmosfera sobre a velocidade e a trajetória de propagação dos sinais transmitidos devidos à resolução e ruído do recetor do usuário ou devidos à determinação da posição dos satélites (erro de efeméride).

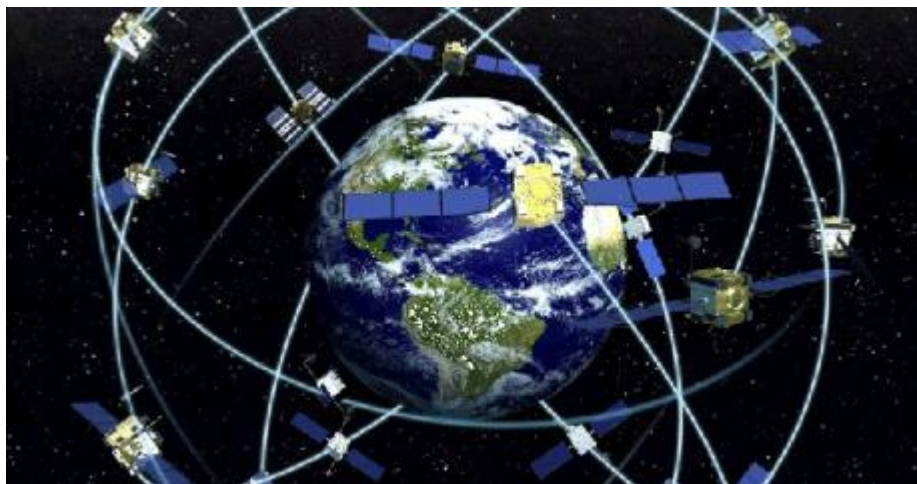


Figura 7 - Constelação de satélites 24 satélites que constituem o GPS.

Quando o GPS é utilizado em posicionamento i.e. em modo estático, a maioria dos erros enumerados é facilmente removida. Deste modo é possível, mesmo sem equipamentos muito caros obter posicionamentos exatos com precisões de 10 a 20 cm. Uma das formas

mais comuns de eliminar grande parte dos erros em modo estáticos é a obtenção de médias de posicionamentos (10 a 20 valores) para a definição das coordenadas de um ponto.

Em modo de navegação ou dinâmico, em que o recetor GPS está em movimento continuo no terreno a obter posicionamentos, os erros já são mais difíceis de remover mesmo com DGPS.

2.6 Sistemas de Informação Geográfica (SIG)

Um sistema de informação geográfica, é um sistema resultante do conjunto *hardware*, *software* e informação geográfica referenciada, que nos permitem ter uma perceção do espaço, e que tem a capacidade de manipular, consultar, visualizar, arquivar e modelar os dados (Clark, e McGucken, 1996).

Segundo Ribeiro et al. (s.d.) o objetivo principal de um SIG é o de processar informações espaciais, devendo ser capaz de criar abstrações digitais do real, modelar e armazenar eficientemente os dados, de forma a identificar o melhor relacionamento entre as variáveis espaciais, possibilitando a criação de relatórios e mapas que permitam uma melhor compreensão global desses relacionamentos.

Os dados inseridos num SIG, são informações georreferenciadas que podemos dividir em pontos geográficos e atributos, o que permite que os utilizadores, nomeadamente os agricultores, através dos cruzamentos entre os pontos geográficos e os seus atributos possam ter uma boa ferramenta para uma melhor gestão da parcela. (Pinto, I., 2009).

No sector agrícola, segundo Coelho, *et al.*, (2009) os SIG são cada vez mais usados no planeamento e gestão da exploração. Esta utilização cada vez maior dos SIG no sector agrícola é inteiramente justificável, uma vez que grande parte das tecnologias que servem de base à agricultura de precisão necessita de informação georreferenciada.

3. Material e métodos

3.1 Local do trabalho de campo

A componente experimental da dissertação foi realizada em duas parcelas de explorações distintas em que foi efetuado todo o trabalho de preparação de solo, sementeira e colheita do milho no ano de 2011 com vista à utilização do GPS com o intuito de determinar em condições reais a eficiência de utilização das máquinas agrícolas utilizadas.

3.1.1 Herdade da Francelheira

Uma das parcelas onde foi efetuado o estudo localiza-se na Herdade da Francelheira (38°30'55.96"N Latitude, 7° 46'21.00" O Longitude), na freguesia de São Manços no Concelho de Évora.

Descrição sumária da Herdade da Francelheira (Fig. 8):

- ...Área Total da Exploração 217,5 ha
- ...Área de produção cerealífera 110ha
- ...Área de produção cerealífera regada 90ha
- ...Área de produção cerealífera de sequeiro 20 ha
- ...Recursos hídricos:
 - abastecimento de água através da água do Alqueva
(perímetro de rega do Monte Novo)
 - duas charcas..... 30000m³
- ...Exploração de gado em regime extensivo 40 cabeças
- ...Pastagem natural..... 80ha
- ...Olival 4 ha
- ...Áreas sociais e estradas 4 a 5 ha.



Figura 8 - Imagem da herdade da Francelheira obtida no Google Earth.

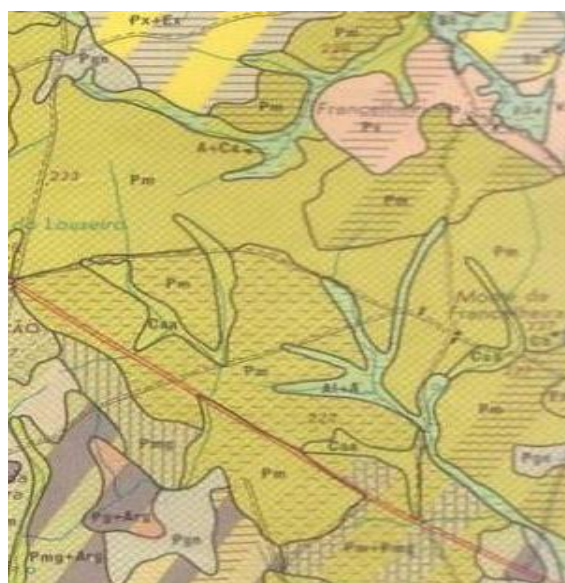


Figura 9 – Reprodução da carta de solos (nº 40A) que inclui a Herdade da Francelheira.

A parcela observada, em que foi feita sementeira direta de milho e onde se fizeram as medições dos tempos de trabalho está assinalada na figura 8 com uma linha que sinaliza o comprimento da rampa do pivot (300m), regando uma área de 29,78ha.

Os solos existentes na exploração (Fig. 9) estão maioritariamente incluídos na classificação de solos Mediterrâneos Pardos (Pm). Segundo Cardoso, J., 1965, estes solos têm como

característica principal a existência de um horizonte B de relativamente pequena insaturação em que a argiluviação desempenha um papel importante. Apresenta cores pardacentas nos horizontes A e B que se desenvolvem em climas com características mediterrâneas, é um solo formado a partir de rochas não calcárias. A textura nas camadas superficiais é ligeira, aumentando bastante o teor de argila no horizonte B. Nos solos cultivados deste agrupamento, a % de M.O. é baixa, mas em incultos pode atingir valores elevados. Os horizontes deste tipo de solos podem ser descritos:

Este solo apresenta também algumas faixas pertencentes à classificação de solos Hidromórficos (Caa) pois encontra-se em zonas planas, de declives suaves. Na época húmida dá-se o encharcamento temporário do horizonte A em grande parte devido à baixa permeabilidade do horizonte B. Na época seca estes solos tornam-se bastante compactos e rijos de trabalhar.

Esta parcela onde se realizou o trabalho de campo não apresenta declives acentuados, encontra-se numa zona plana.

3.1.2 Herdade do Curral da Légua

A outra parcela onde também foi realizado trabalho de campo localiza-se na Herdade do Curral da Légua (38°38'43.61"N Latitude, 8°08'25.12" O Longitude), situa-se na freguesia de Montemor-o-Novo no Concelho de Évora.

Descrição sumária da Herdade do Curral da Légua (Fig. 10):

- ...Área Total da Exploração 103ha
- ...Área de produção cerealífera 27ha
- ...Área de produção cerealífera regada 23ha
- ...Área de produção cerealífera de sequeiro 4ha
- ...Recursos hídricos:
 - Abastecimento de água através da barragem dos Minutos
- ...Exploração de gado em regime extensivo 90 cabeças
- ...Pastagem natural..... 80ha
- ...Áreas sociais e estradas 2ha.



Figura 10 – Imagem da herdade do Curral da Légua obtida no Google Earth.

Na parcela observada que está assinalada na Fig. 10 foi feita uma sementeira convencional de milho. O raio da rampa pivotante é de aproximadamente de 250m, regando uma área de 19,5ha. O trabalho foi efetuado em apenas metade da rampa pivotante circular equivalendo a uma área de aproximadamente 10,97ha.

O solo existente na exploração (Fig. 11) é Mediterrâneo Pardo de quartzodiorito (Pmg). As características deste solo são semelhantes às do solo descrito anteriormente na Herdade da Francelheira. Assim a sua descrição é a mesma, com a diferença do material originário da desagregação de quartzodioritos, apresentar partículas de feldspatos, de quartzo e micas.

Tal como na herdade da Francelheira, esta parcela não apresenta declives acentuados, porém na orientação Sul-Norte apresenta um desnível de cerca de 5%, ficando a parte Norte do terreno numa zona mais baixa o que tem como consequência um maior alagamento de solo quando chove dificultando também o trabalho com máquinas.

análise dos dados geográficos, de forma a obter relações espaciais e identificar padrões. Possibilita adicionalmente, a associação entre as componentes geográfica e alfa-numérica dos dados.

No Quadro 6 estão representados os dados armazenados pelo GPS em que cada linha corresponde a um posicionamento do trator no campo.

Shape	Data_gps	Hora_gps	Dir	Delta	Altura_gps	Precisao_A	Dir_norte	Precisao_A	Dir_este	Id_ponto	X' coord	Y' coord	Distancia	Vel km/h	Acele km/h	Classificacao
Point	18-04-2011	6:20:51 PM	1	5	283.134	7.2	4264028.231	5.6	606097.065	3371	606097.06497	4264028.23122	8.32	5.99	0.003	TE
Point	18-04-2011	6:20:56 PM	1	5	283.124	7.2	4264036.494	5.6	606097.053	3372	606097.05343	4264036.49396	8.26	5.95	-0.009	TE
Point	18-04-2011	6:21:01 PM	1	5	283.147	7.2	4264044.824	5.6	606097.106	3373	606097.10625	4264044.82429	8.33	6.00	0.010	TE
Point	18-04-2011	6:21:06 PM	1	5	283.164	7.2	4264053.122	5.6	606097.147	3374	606097.14685	4264053.12195	8.30	5.97	-0.005	TE
Point	18-04-2011	6:21:11 PM	1	5	283.213	7.2	4264061.422	5.6	606097.186	3375	606097.18606	4264061.42195	8.30	5.98	0.000	TE
Point	18-04-2011	6:21:16 PM	1	5	283.293	7.2	4264069.688	5.6	606097.225	3376	606097.22541	4264069.68802	8.27	5.95	-0.005	TE
Point	18-04-2011	6:21:21 PM	1	5	283.361	7.2	4264077.961	5.6	606097.246	3377	606097.24622	4264077.96055	8.27	5.96	0.001	TE
Point	18-04-2011	6:21:26 PM	1	5	283.428	7.2	4264086.255	5.6	606097.239	3378	606097.23888	4264086.25494	8.29	5.97	0.003	TE
Point	18-04-2011	6:21:31 PM	1	5	283.518	7.2	4264094.549	5.6	606097.164	3379	606097.16372	4264094.54919	8.29	5.97	0.000	TE
Point	18-04-2011	6:21:36 PM	1	5	283.570	7.2	4264102.921	5.6	606097.187	3380	606097.18722	4264102.92111	8.37	6.03	0.011	TE
Point	18-04-2011	6:21:41 PM	1	5	283.543	7.2	4264111.259	5.6	606097.280	3381	606097.28026	4264111.25862	8.34	6.00	-0.005	TE
Point	18-04-2011	6:21:46 PM	1	5	283.529	7.2	4264119.574	5.6	606097.363	3382	606097.36313	4264119.57391	8.32	5.99	-0.003	TE
Point	18-04-2011	6:21:51 PM	1	5	283.501	7.2	4264127.891	5.6	606097.418	3383	606097.41789	4264127.89149	8.32	5.99	0.000	TE
Point	18-04-2011	6:21:56 PM	1	5	283.455	7.2	4264136.230	5.6	606097.441	3384	606097.44134	4264136.23025	8.34	6.00	0.003	TE
Point	18-04-2011	6:22:01 PM	1	5	283.407	7.2	4264144.536	5.6	606097.574	3385	606097.57371	4264144.53609	8.31	5.98	-0.005	TE
Point	18-04-2011	6:22:06 PM	1	5	283.361	7.2	4264152.779	5.6	606097.627	3386	606097.62711	4264152.77927	8.24	5.94	-0.009	TE
Point	18-04-2011	6:22:11 PM	1	5	283.383	7.2	4264161.091	5.6	606097.662	3387	606097.66201	4264161.09083	8.31	5.98	0.010	TE
Point	18-04-2011	6:22:16 PM	1	5	283.401	7.2	4264169.346	5.6	606097.791	3388	606097.79102	4264169.34633	8.26	5.94	-0.008	TE
Point	18-04-2011	6:22:21 PM	1	5	283.557	7.2	4264176.782	5.6	606096.966	3389	606096.96561	4264176.78210	7.48	5.39	-0.112	TAV
Point	18-04-2011	6:22:26 PM	1	5	283.481	7.2	4264173.800	5.6	606098.047	3390	606098.04679	4264173.79963	3.17	2.28	-0.621	TAV
Point	18-04-2011	6:22:31 PM	1	5	283.490	7.2	4264171.136	5.6	606097.710	3391	606097.71002	4264171.13640	2.68	1.93	-0.070	TAV
Point	18-04-2011	6:22:36 PM	1	5	283.455	7.2	4264173.016	5.6	606102.800	3392	606102.79961	4264173.01639	5.43	3.91	0.395	TAV
Point	18-04-2011	6:22:41 PM	1	5	283.329	7.2	4264170.645	5.6	606106.660	3393	606106.66022	4264170.64523	4.53	3.26	-0.129	TAV
Point	18-04-2011	6:22:46 PM	1	5	281.103	7.7	4264171.335	5.7	606102.173	3394	606102.17288	4264171.33457	4.54	3.27	0.001	TAV
Point	18-04-2011	6:22:51 PM	1	5	282.854	7.3	4264169.714	5.6	606104.303	3395	606104.30265	4264169.71415	2.68	1.93	-0.268	TAV
Point	18-04-2011	6:22:56 PM	1	5	282.890	7.3	4264163.941	5.6	606103.954	3396	606103.95409	4264163.94115	5.78	4.16	0.447	TAV
Point	18-04-2011	6:23:01 PM	1	5	282.962	7.3	4264166.838	5.6	606103.757	3397	606103.75726	4264166.83779	2.90	2.09	-0.415	TAV
Point	18-04-2011	6:23:06 PM	1	5	283.017	7.3	4264169.357	5.6	606103.840	3398	606103.83952	4264169.35742	2.52	1.82	-0.055	TAV
Point	18-04-2011	6:23:11 PM	1	5	283.050	7.3	4264167.588	5.6	606103.784	3399	606103.78405	4264167.58771	1.77	1.27	-0.108	TAV
Point	18-04-2011	6:23:16 PM	1	5	283.059	7.3	4264167.246	5.6	606103.760	3400	606103.76032	4264167.24569	0.34	0.25	-0.206	TAV
Point	18-04-2011	6:23:21 PM	1	5	283.086	7.3	4264167.240	5.6	606103.738	3401	606103.73770	4264167.23999	0.02	0.02	-0.046	TM
Point	18-04-2011	6:23:26 PM	1	5	283.131	7.3	4264167.234	5.6	606103.731	3402	606103.73148	4264167.23385	0.01	0.01	-0.002	TM
Point	18-04-2011	6:23:31 PM	1	5	283.204	7.3	4264167.248	5.6	606103.706	3403	606103.70591	4264167.24795	0.03	0.02	0.003	TM
Point	18-04-2011	6:23:36 PM	1	5	283.258	7.3	4264167.267	5.6	606103.688	3404	606103.68794	4264167.26710	0.03	0.02	0.000	TM
Point	18-04-2011	6:23:41 PM	1	5	283.322	7.3	4264167.278	5.6	606103.681	3405	606103.68070	4264167.27829	0.01	0.01	-0.002	TM
Point	18-04-2011	6:23:46 PM	1	5	283.370	7.3	4264167.285	5.6	606103.674	3406	606103.67387	4264167.28450	0.01	0.01	-0.001	TM
Point	18-04-2011	6:23:51 PM	1	5	283.442	7.3	4264167.293	5.6	606103.656	3407	606103.65585	4264167.29343	0.02	0.01	0.002	TM
Point	18-04-2011	6:23:56 PM	1	5	283.500	7.3	4264167.305	5.6	606103.640	3408	606103.64027	4264167.30520	0.02	0.01	0.000	TM

Quadro 6- Tabela dos dados recolhidos pelo GPS no software Arcview

Para cada posição, o GPS regista a data, hora e coordenadas geográficas em UTM WGS84 (UTM - Universal Transverse Mercator coordinate system e WGS84 – World Geodetic System (edição de 1984). É calculada a velocidade, aceleração e capacidade de trabalho instantâneas por diferença entre as coordenadas de dois pontos consecutivos e o intervalo entre registos:

$$\text{Velocidade (m/s)} = \Delta X / \Delta T = (X_1 - X_2 / T_1 - T_2) ,$$

$$\text{Aceleração (m/s}^2\text{)} = \Delta v / \Delta T = (V_1 - V_2) / (T_1 - T_2)$$

Posteriormente os pontos são classificados quanto à categoria correspondente através de uma análise detalhada das velocidades instantâneas obtidas e da observação visual da localização dos pontos nas figuras das operações dada através do programa Arcview. O tempo de trabalho está de acordo com as componentes definidas por Hunt (1983): Tempo principal ou tempo efetivo – (TE); Tempo subsidiário ou tempo acessório – (TA); Tempo de preparação – (TP); Tempo de deslocação – (TD); e, Tempo morto – (TM). Para isso, recorreu-se à velocidade e à observação geográfica do posicionamento da máquina na parcela (e.g. Fig. 12). Conhecendo o intervalo de tempo correspondente a cada ponto, calcularam-se os tempos totais relativos a cada operação, o que possibilitou, por fim, a determinação rigorosa dos tempos de trabalho. Finalmente, a área trabalhada foi determinada digitalmente no *software* SIG por correspondência aos pontos classificados como “TE” i.e. ao tempo efetivo. A eficiência de campo foi obtida pelo rácio entre a capacidade efetiva de trabalho e a capacidade teórica de trabalho, sendo que estas últimas resultaram, por sua vez, do rácio entre a área trabalhada e o tempo de tarefa e tempo efetivo, respetivamente, conforme as expressões explicitadas no subcapítulo 2.2.

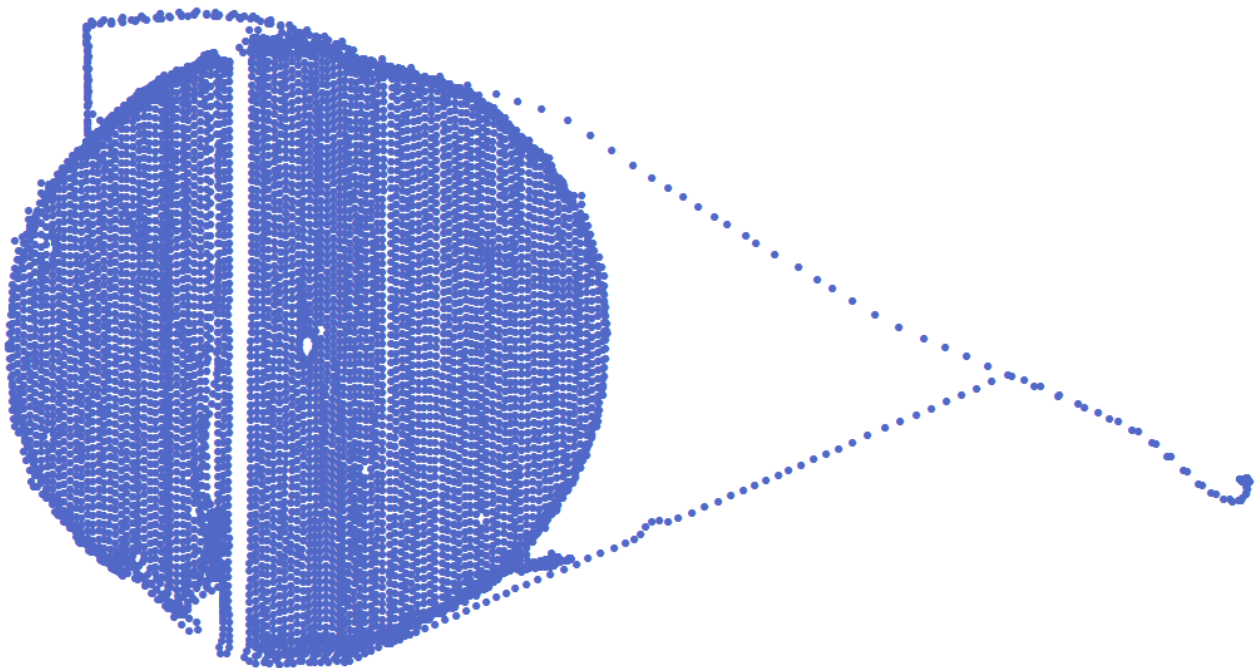


Figura 12 - Imagem retirada do *software* Arcview dos pontos recolhidos pelo recetor GPS na aplicação de herbicida

3.3 Operações monitorizadas

3.3.1 Herdade da Francelheira

3.3.1.1 Aplicação de herbicida em pré-sementeira

Na operação de aplicação do herbicida, iniciada no dia 31 de Março de 2011, foram aplicados conjuntamente dois herbicidas pré-sementeira com a finalidade de eliminar as infestantes existentes na parcela (Fig. 13). Um dos herbicidas utilizados foi o Montana (nome comercial), herbicida não seletivo de ação sistémica cuja substância ativa é o glifosato, para o controlo de infestantes anuais e vivazes. Foi aplicado uma dose de 5L/ha. Este produto foi aplicado juntamente com outro, de nome comercial Herbofital, que é sistémico e seletivo, cuja substância ativa é o MCPA com o objetivo de eliminar as infestantes de folha larga. Foi usado numa concentração de 0,8L/ha. O trabalho começou cerca das 10h, tendo sido gastos dois depósitos na parcela (1600L) na parte da manhã. À tarde foram aplicados 2400L de calda (três depósitos). Este trabalho ficou concluído no dia 1 de Abril de 2011 tendo sido gastos mais 1600L de calda (dois depósitos) no resto da parcela.

Foi utilizado um Pulverizador Hardy com barra de 12 metros de largura de trabalho com capacidade para 800litros de calda e uma velocidade de trabalho de 8km/h.



Figura 13 - Operação de aplicação de herbicida na herdade da Francelheira

3.3.1.2 Aplicação de corretivo

A análise ao solo (anexo 7.3) evidenciou a necessidade de fazer uma ligeira correção para aumentar o pH do solo da parcela em estudo. Assim na manhã do dia 4 de Abril foi aplicado um corretivo calcário de nome comercial Physiolith que é composto por óxido e carbonato de cálcio, numa dose de 200kg/ha.

Foi utilizado um distribuidor centrífugo de duplo disco da marca Aguirre com depósito de 1200kg com largura de trabalho de 23 m e velocidade de trabalho de 10km/h. Recorreu-se ao uso da ferramenta “light bar” para o “balizamento” da largura de trabalho pretendida no terreno e a operação foi executada por um operador experiente.

3.3.1.3 Aplicação de adubo

Ainda antes da sementeira e após a aplicação do corretivo, também no dia 4 de Abril à tarde foi feita uma aplicação de cloreto de potássio numa dose de 300kg/ha seguindo a recomendação sugerida pela análise de terra (Fig. 14). Foi utilizada o mesmo distribuidor centrífugo de duplo disco com a largura de trabalho reduzida para 18 m devido à menor granulometria deste adubo. Esta operação foi efetuada por um operador menos experiente, também com recurso à tecnologia “light bar” e com a mesma velocidade de trabalho. Esta foi a única operação efetuada por um operador com menos experiência como mais adiante se pode verificar. (Fig. 23)



Figura 14 - Adubação na Herdade da Francelheira, pode ver-se a localização do GPS instalado em cima da cabine do trator.

As operações acima descritas foram efetuadas com o trator e alfaías pertencentes ao parque de máquinas da exploração. O trator utilizado foi um Fendt 309 Farmer (95 hp) que tinha montado um conjunto de rodas duplas para uma menor compactação do terreno.

3.3.1.4 Sementeira direta

Para a sementeira do milho, recorreu-se a um prestador de serviços agrícolas.

O semeador utilizado foi um semeador monogrão de sementeira direta, marca Amazone, modelo Stara Sfil com uma largura de trabalho de 6 m (8 linhas) que tem também tremonhas de adubo para ser incorporado no solo numa operação combinada (Fig. 15). A velocidade de trabalho recomendada é de 6 km / h

A sementeira de milho foi feita usando a variedade PR34N43 da Pioneer (ciclo 500) com um espaçamento entre linhas de 0,75m e uma densidade de 90000 plantas/ha (entre 14 e 15 cm de distância na linha). Esta densidade foi cerca de 5% superior ao recomendado (85000plantas) uma vez que o sistema de sementeira direta conduz a maiores perdas na emergência das plantas. Juntamente com a semente foi incorporado no solo 200kg/ha de um adubo binário, 18-46-0 com o objetivo de fornecer nutrientes críticos para o arranque da cultura.

A sementeira iniciou-se no dia 18 de Abril, cerca das 15horas, quando o solo se encontrava-se no ponto de “sazão”, mas ao fim da tarde começou a chover de forma intensa o que obrigou a interromper esta operação. Foi necessário esperar até ao dia 27 de Abril também à tarde para que o solo tivesse perdido humidade e voltasse a estar em condições de se poder semear. Assim apenas se concluiu a sementeira no dia 28 de Abril. Devido às condicionantes meteorológicas foram semeados cerca de 10,7ha no dia 28 do mês de Abril e os restantes 20ha 9dias depois.



Figura 15 - Sementeira direta na Herdade da Francelheira

3.3.1.5 Colheita

A colheita, tal como a sementeira, foi feita por um prestador de serviços. Deu-se início a esta operação no dia 20 de Setembro de 2011, altura em que o milho já apresentava valores apropriados de humidade do grão e acabou no dia 24 de Setembro.

Foi utilizada uma ceifeira New Holland, modelo Tc 5070 com largura de trabalho de 5 linhas (3,75m) e velocidade de trabalho de 5km/h.

3.3.2 Herdade do Curral da Légua

3.3.2.1 Gradagem

Antes da sementeira do milho de forma convencional foi efetuada uma gradagem de preparação do terreno (Fig. 16). A gradagem começou no dia 24 de Maio de 2011 e terminou no dia seguinte. Esta parcela já tinha anteriormente sido mobilizada com um chisel.

Foi utilizada uma grade de discos Galucho com largura de trabalho de 2,40m (22 discos) com rolo rebocado ambos existentes na exploração e a velocidade média de trabalho foi de 6km/h.



Figura 16 - Operação de gradagem na Herdade do Curral da Léguas

3.3.2.2 Sementeira convencional

A sementeira na parcela localizada na Herdade do Curral da Léguas foi feita com recurso a um prestador de serviços utilizando um semeador convencional que incluía depósito para a incorporação de adubo de fundo do solo, marca Maxsem com largura de trabalho de 4 linhas (3m) e velocidade média de trabalho de 6 km/h. Na sementeira usou-se a variedade PR33A46 da Pioneer (ciclo 600) com um espaçamento entre linhas de 0,75m e uma densidade de 80000plantas/ha. Foi efetuada uma adubação de 350kg/ha de adubo binário (10-20-0) com o nome comercial de FOSFONITRO 120.

4. Resultados e Discussão

4.1 Resultados Herdade da Francelheira

4.1.1 Aplicação de herbicida

A figura 17 mostra a distribuição dos pontos recolhidos na operação de aplicação de herbicida. Podemos verificar através desta imagem a reprodução do círculo da rampa pivotante onde foi realizada a operação. No centro não existem pontos e podemos reconhecer o percurso que a máquina fez para se abastecer de calda herbicida até ao assento de lavoura (monte).

É importante referir que nesta operação, e principalmente neste caso da sementeira direta, é fundamental a manutenção da largura de trabalho correta. Não devem existir desvios no percurso, de modo a não existirem faixas de terreno que não tenham sido tratadas com herbicida que ficarão infestadas e irão fazer concorrência à cultura instalada.

Nesta operação, apesar da largura da máquina ser de 12m, o operador sobrepôs em cada linha cerca de 20cm (Fig. 18), para assegurar que não deixava faixas de terreno sem serem tratadas com herbicida.

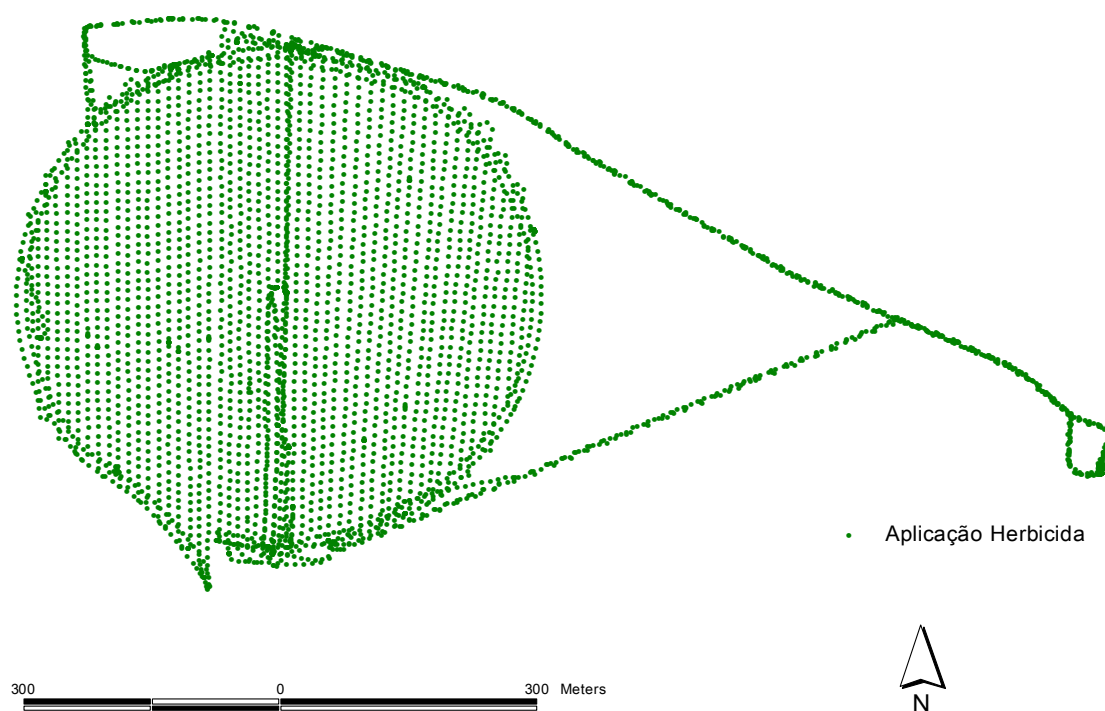


Figura 17 - Distribuição de pontos recolhidos pelo GPS da aplicação de herbicida na herdade da Francelheira

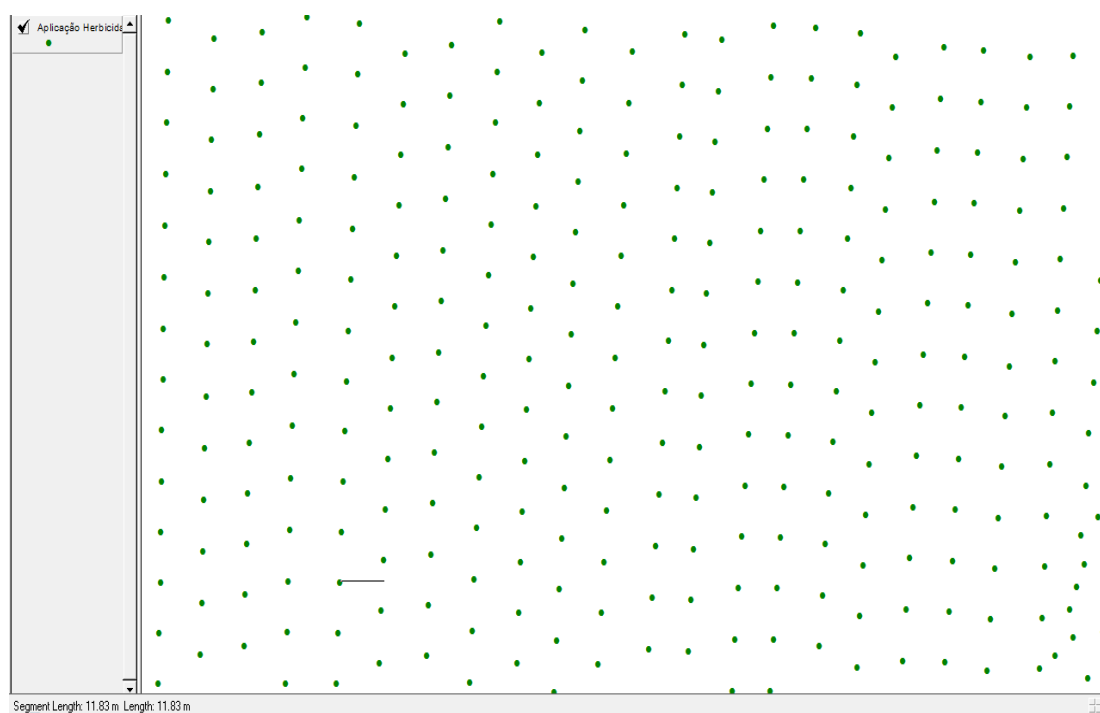


Figura 18 - Distância entre passagens consecutivas da operação de aplicação de herbicida (11,83m) herdade da Francelheira.

Na figura 19, pode observar-se a classificação dos tempos de trabalho na aplicação do herbicida. Pode-se visualizar a verde no interior de toda a circunferência que delimita a rampa pivotante, os pontos recolhidos durante o tempo efetivo de trabalho da máquina. A cor amarela identifica o período de viragem e a cor-de-laranja o tempo de deslocação da máquina para abastecimento. A vermelho está representado o local de abastecimento de calda herbicida.

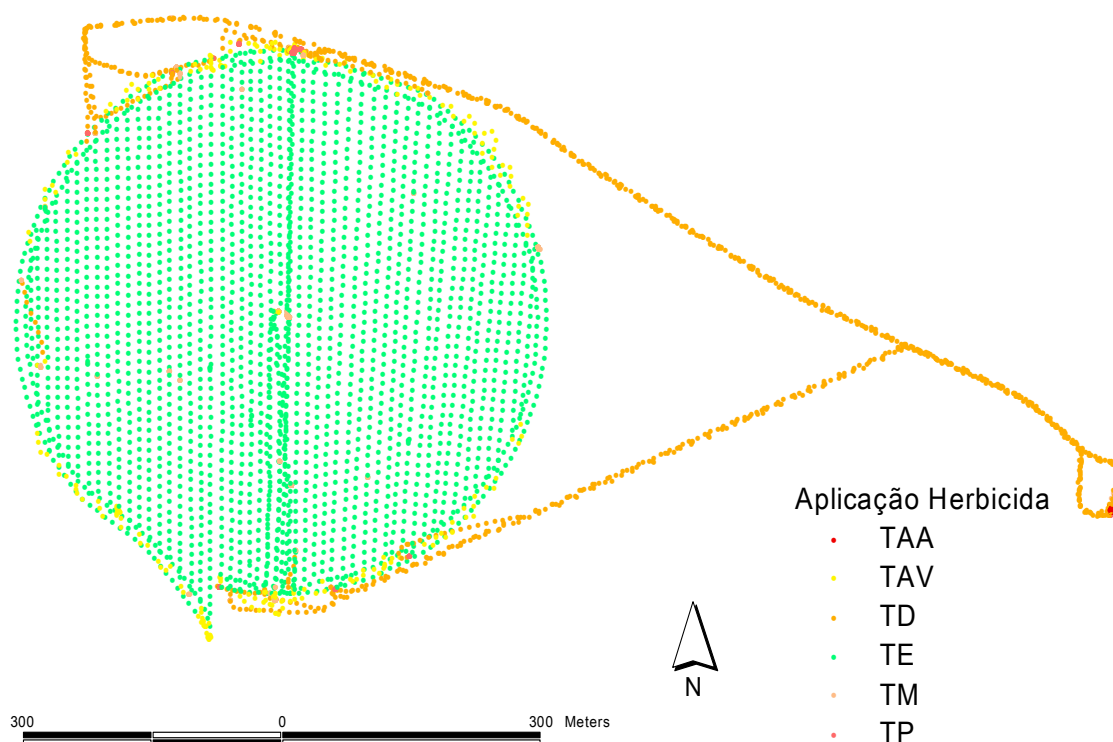


Figura 19 - Classificação dos tempos de trabalho da operação de pulverização na herdade da Francelheira

(T.A.A-Tempo acessório de abastecimento; T.A.V.-Tempo acessório de viragem; T.D.- Tempo de deslocação; T.E.- Tempo efetivo; T.M.- Tempo morto; T.P- Tempo de preparação)

4.1.2 Aplicação de corretivo

A figura 20 mostra a distribuição dos pontos recolhidos na operação de aplicação de corretivo. Verificamos no lado da metade esquerda do círculo a existência de duas linhas

mais próximas que as restantes, cuja presença se justifica por entre elas se encontrar uma vala de drenagem. A figura 21 ilustra a largura de trabalho.

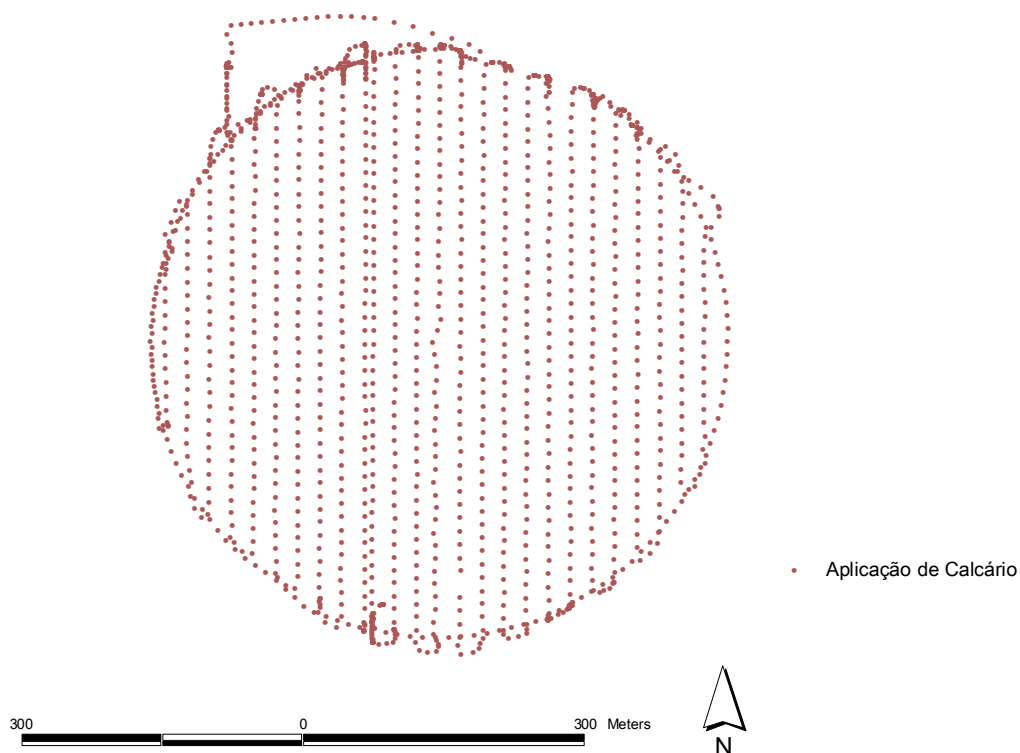


Figura 20 - Distribuição dos pontos recolhidos na aplicação de corretivo herdade da Francelheira

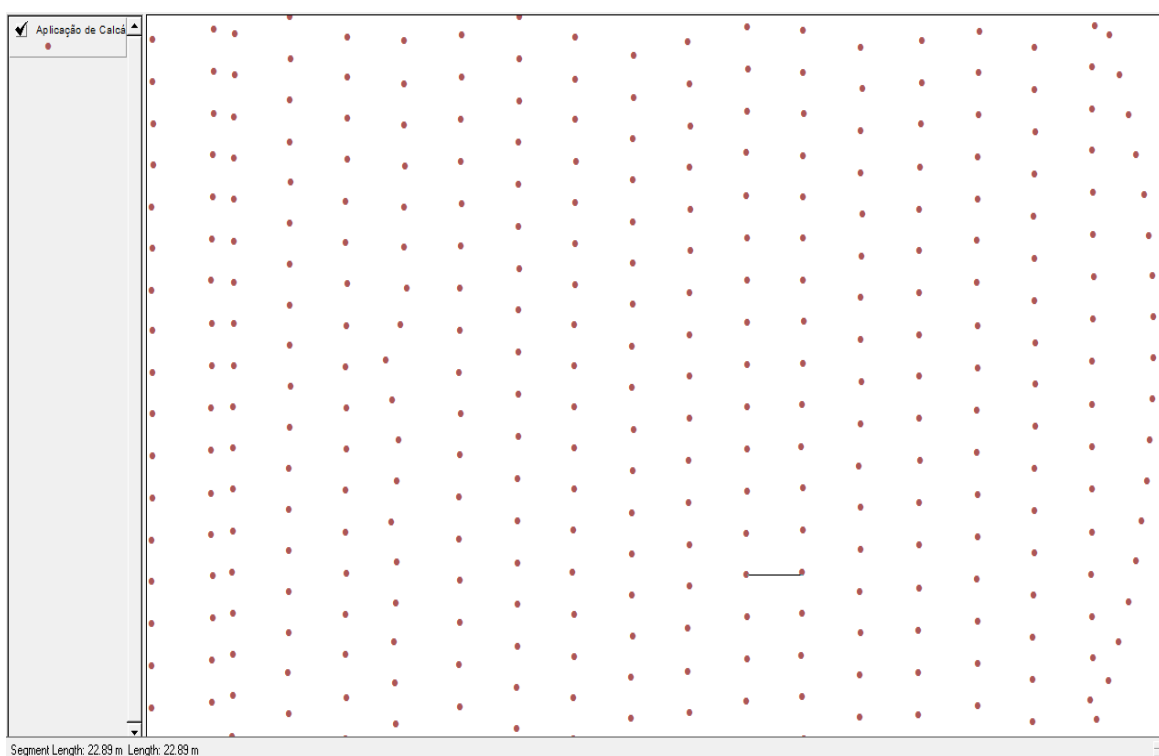


Figura 21 - Distância entre passagens consecutivas na aplicação de corretivo (22,89m) herdade da Francelheira.

Na figura 22, pode observar-se a classificação dos tempos de trabalho na aplicação do corretivo. Importa referir que esta operação foi realizada imediatamente a seguir à operação anterior pelo que apresenta menores deslocações. As diferentes cores têm o significado já descrito para o caso anterior.

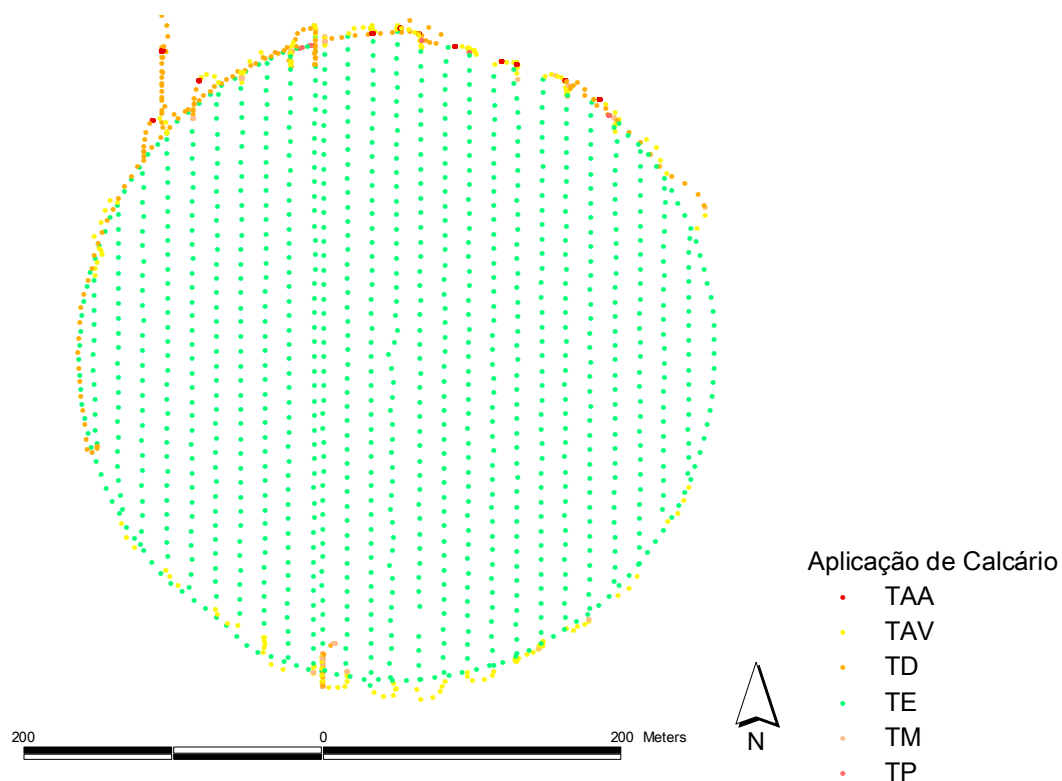


Figura 4 - Classificação dos tempos de trabalho na operação de aplicação de corretivo herdade da Francelheira

(T.A.A-Tempo acessório de abastecimento; T.A.V.-Tempo acessório de viragem; T.D.- Tempo de deslocação;
T.E.- Tempo efetivo; T.M.- Tempo morto; T.P- Tempo de preparação)

4.1.3 Aplicação de adubo

A figura 23 mostra a distribuição dos pontos recolhidos na operação de aplicação de adubo.

Uma breve análise da imagem 23 evidencia a ocorrência de desvios na largura de trabalho. A largura de trabalho a que o distribuidor centrífugo espalharia o adubo deveria ser de 18m e não de 12m (figura 24). Assim o adubo não foi uniformemente aplicado pela parcela nesta operação devido à pouca prática no uso do light bar pelo operador.

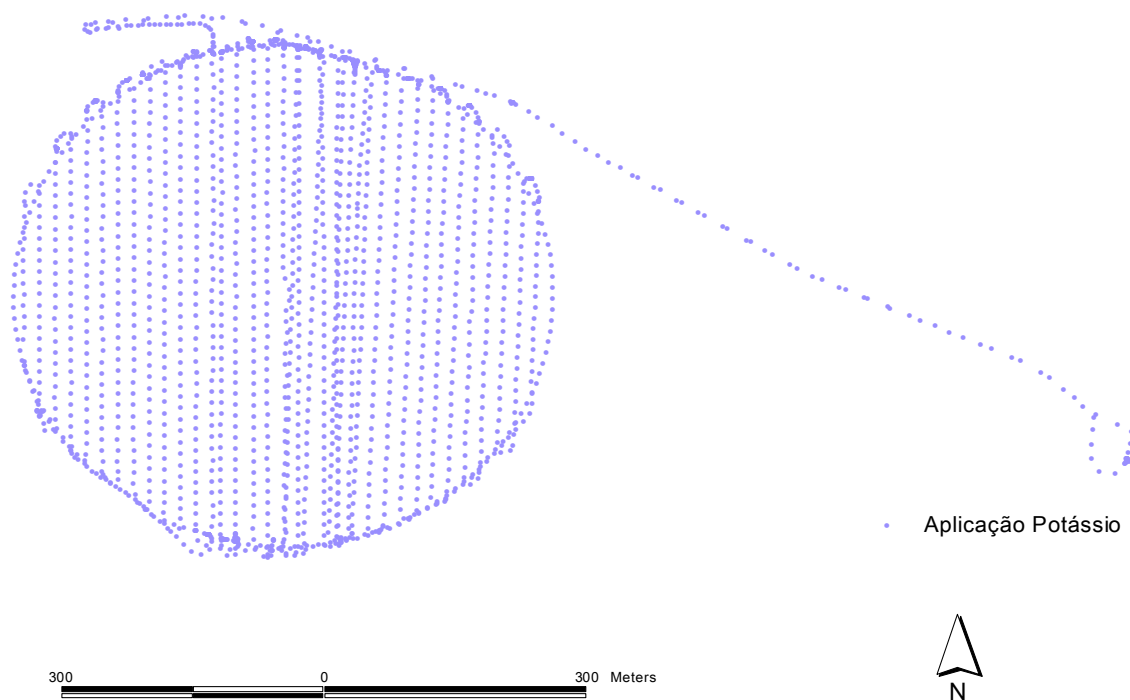


Figura 23 - Distribuição dos pontos recolhidos na aplicação de adubo herdade da Francelheira

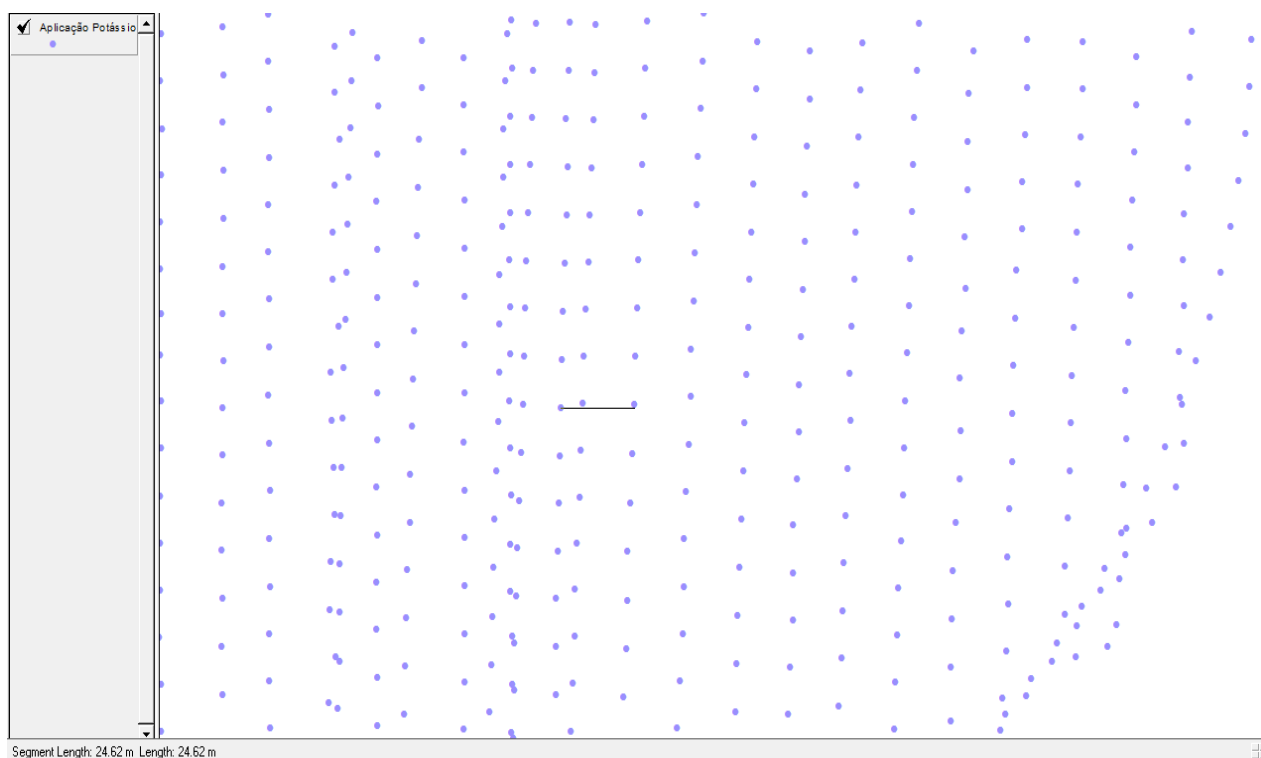


Figura 24 - Distância entre passagens consecutivas na aplicação de adubo (12,31m) na herdade da Francelheira.

Na figura 25, pode observar-se a classificação dos tempos de trabalho na aplicação do adubo.

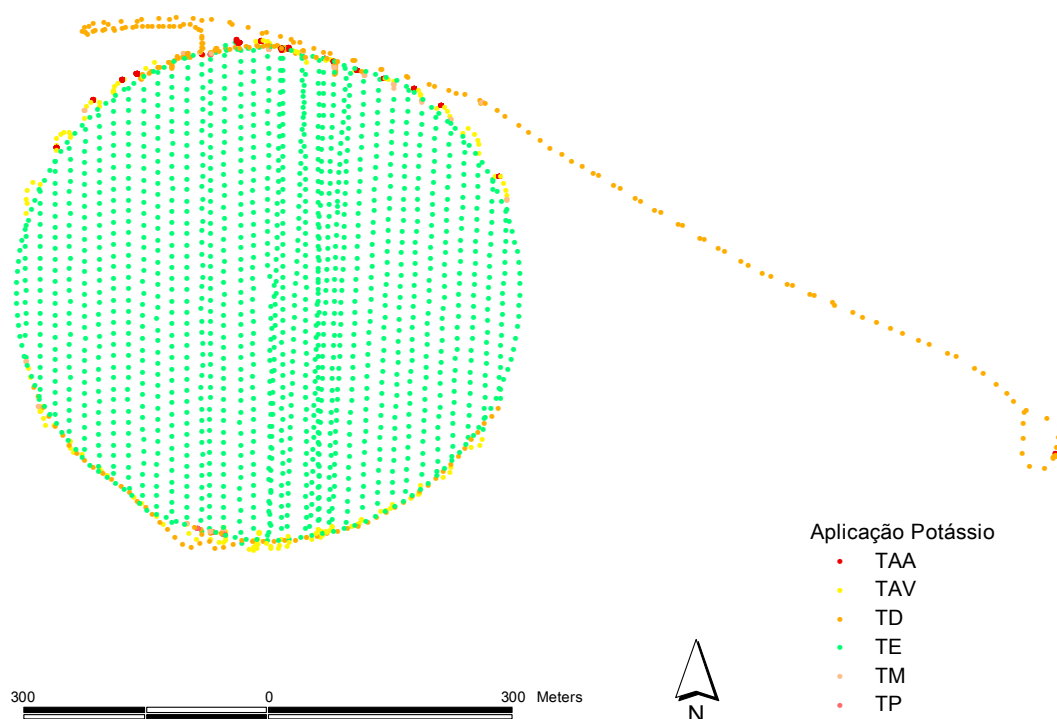


Figura 25- Classificação dos tempos de trabalho na operação de aplicação de adubo (potássio) na herdade da Francelheira.

(T.A.A-Tempo acessório de abastecimento; T.A.V.-Tempo acessório de viragem; T.D.- Tempo de deslocação;
T.E.- Tempo efetivo; T.M.- Tempo morto; T.P- Tempo de preparação)

4.1.4 Sementeira Direta

A operação mais importante dentre as que foram analisadas foi a sementeira, pois qualquer falha na realização desta operação (profundidade de sementeira, “entupimento” de alguma linha do semeador, distância das entrelinhas, entre outros) tem uma incidência direta no nascimento da cultura. Podemos ver na figura 26 a distribuição dos pontos recolhidos na operação de sementeira direta na herdade da Francelheira. É visível agora com mais destaque da vala de drenagem que atravessa o lado esquerdo da parcela. Nessa zona no canto inferior esquerdo verificam-se algumas zonas brancas que identificam áreas que, devido ao estado do terreno que se apresentava com muita água, não foi possível semear.

Também do lado direito verificamos uma pequena faixa a branco que se traduziu numa linha que não foi semeada. A origem desta faixa não semeada tem a ver com esta operação ter

decorrido em duas datas de diferentes com uma semana de intervalo. O operador na 2ª data de sementeira teve alguma dificuldade em identificar onde tinha acabado na semana anterior principalmente em resultado de se tratar de sementeira direta em que o restolho se encontrava um pouco alto.

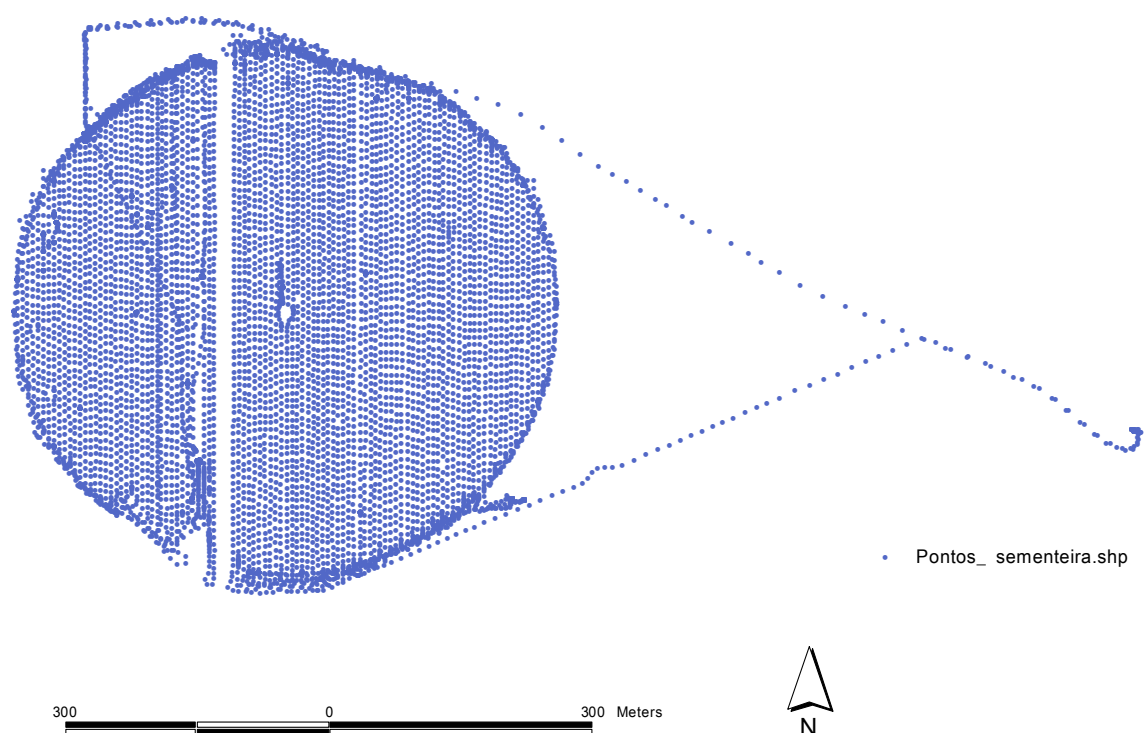


Figura 26 - Distribuição dos pontos recolhidos na sementeira direta na herdade da Francelheira

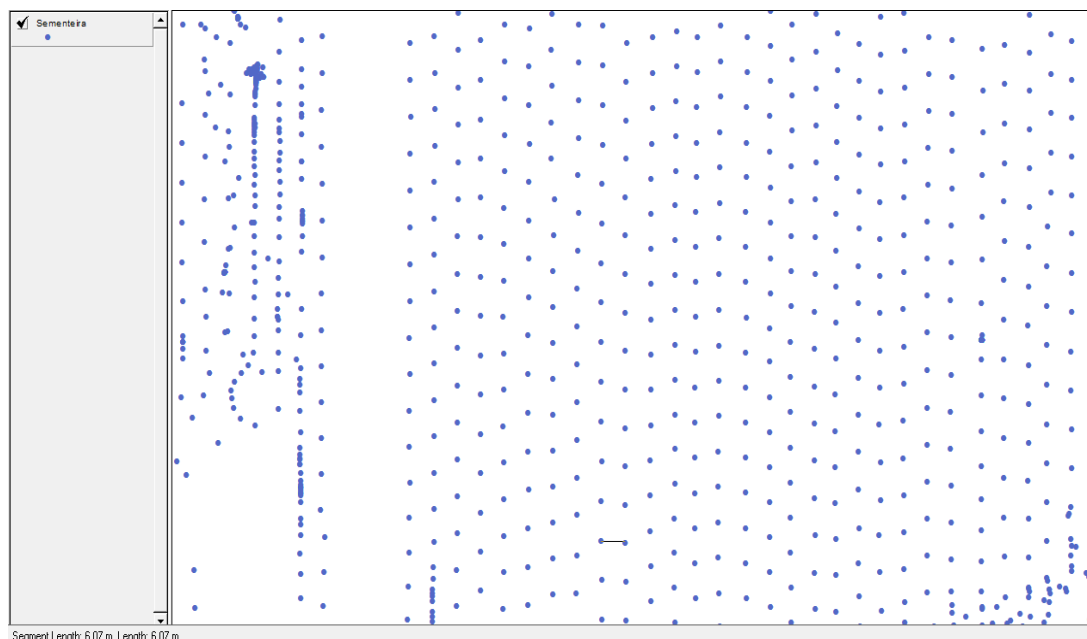


Figura 27 – Distância entre passagens consecutivas do semeador (6m) na Herdade da Francelheira

Na Figura 28 as cores usadas têm o significado já anteriormente descrito. Importa, porém, referir que a cor roxa do lado esquerdo da imagem, identifica o tempo morto que ficou a dever-se à paragem da máquina por “atascamento” devido ao maior encharcamento do terreno junto á vala de drenagem.

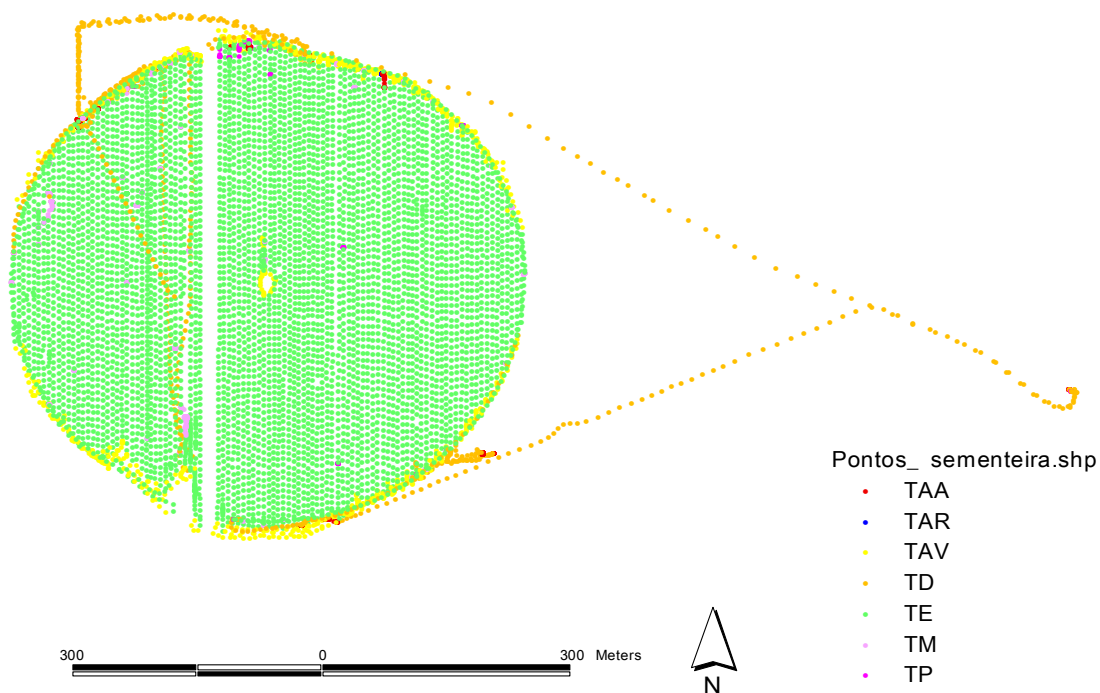


Figura 28- Classificação dos tempos de trabalho na operação de sementeira direta na herdade da Francelheira.

(T.A.A-Tempo acessório de abastecimento; T.A.V.-Tempo acessório de viragem; T.D.- Tempo de deslocação;
T.E.- Tempo efetivo; T.M.- Tempo morto; T.P- Tempo de preparação)

4.1.5 Colheita

Na operação de colheita, como se pode ver na figura 29 foi assinalado um elevado número de pontos, foi uma operação que levou algum tempo a ficar concluída.

A colheita não foi realizada sempre com a mesma largura de trabalho uma vez que a ceifeira apesar de ter 4 linhas, nalgumas vezes só podia colher duas ou três devido à elevada produtividade atingida e à baixa capacidade do tegão. Consequentemente, o número de pontos registados é mais elevado do que seria de esperar.

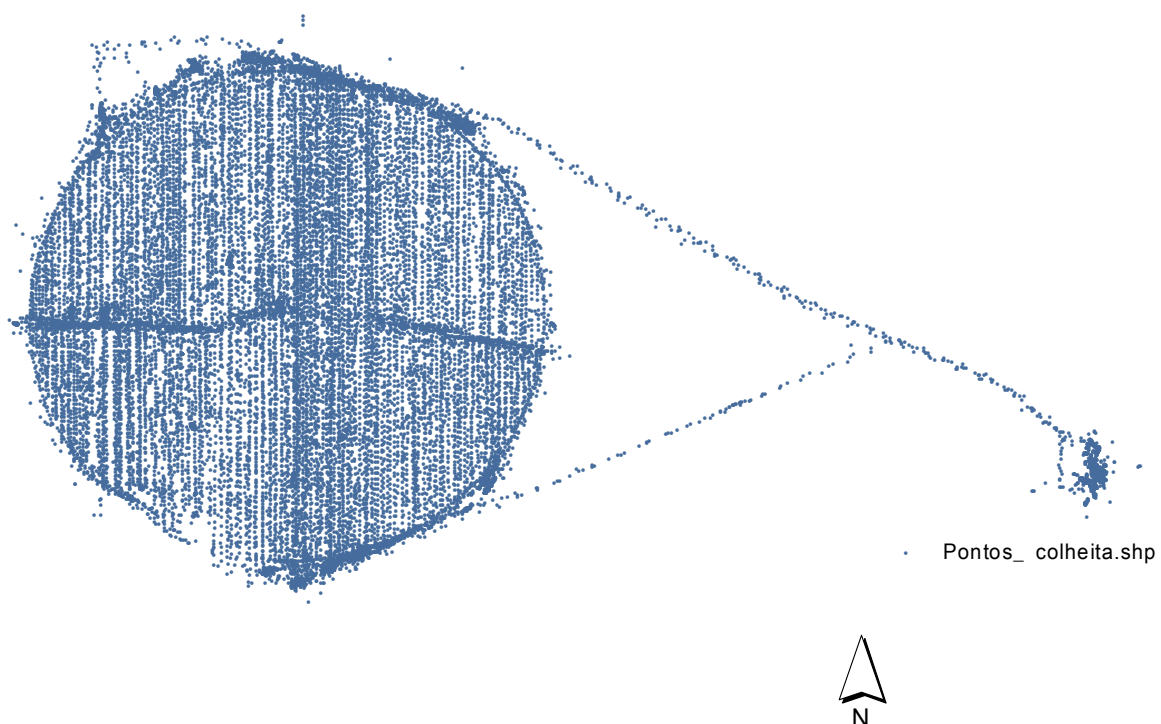


Figura 29 - Distribuição dos pontos recolhidos na colheita na herdade da Francelheira

Pode observar-se na figura 30, a verde a zona efetiva de trabalho da máquina. Destaca-se também a cor de laranja o elevado número de pontos recolhidos nas deslocações que a máquina teve de efetuar dentro da parcela para descarregar o grão. As voltas realizadas nas cabeceiras estão a amarelo. O vermelho marca as zonas onde a máquina parou para descarregar, como podemos verificar nas extremidades da parcela.

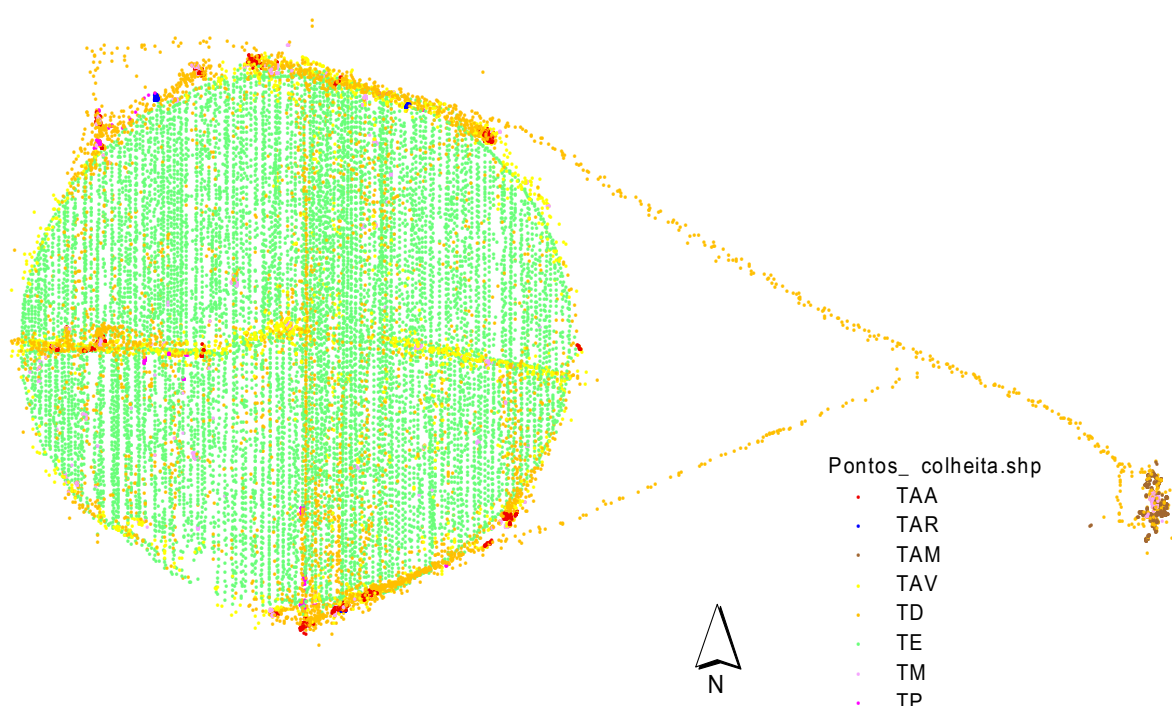


Figura 30 - Classificação dos tempos de trabalho na operação de colheita na herdade da Francelheira.

(T.A.A-Tempo acessório de abastecimento; T.A.R. –Tempo acessório de repouso; T.A.M.- Tempo acessório de manutenção; T.A.V.-Tempo acessório de viragem; T.D.- Tempo de deslocação; T.E.- Tempo efetivo; T.M.- Tempo morto; T.P- Tempo de preparação)

4.2 Resultados da Herdade do Curral da Léguas

4.2.1 Gradagem

A distribuição de pontos recolhidos na operação de gradagem na herdade do Curral da Léguas encontra-se na figura 31. Podemos ver que foi feita só em metade da parcela e é também de salientar o percurso efetuado até à folha onde foi realizada a operação.

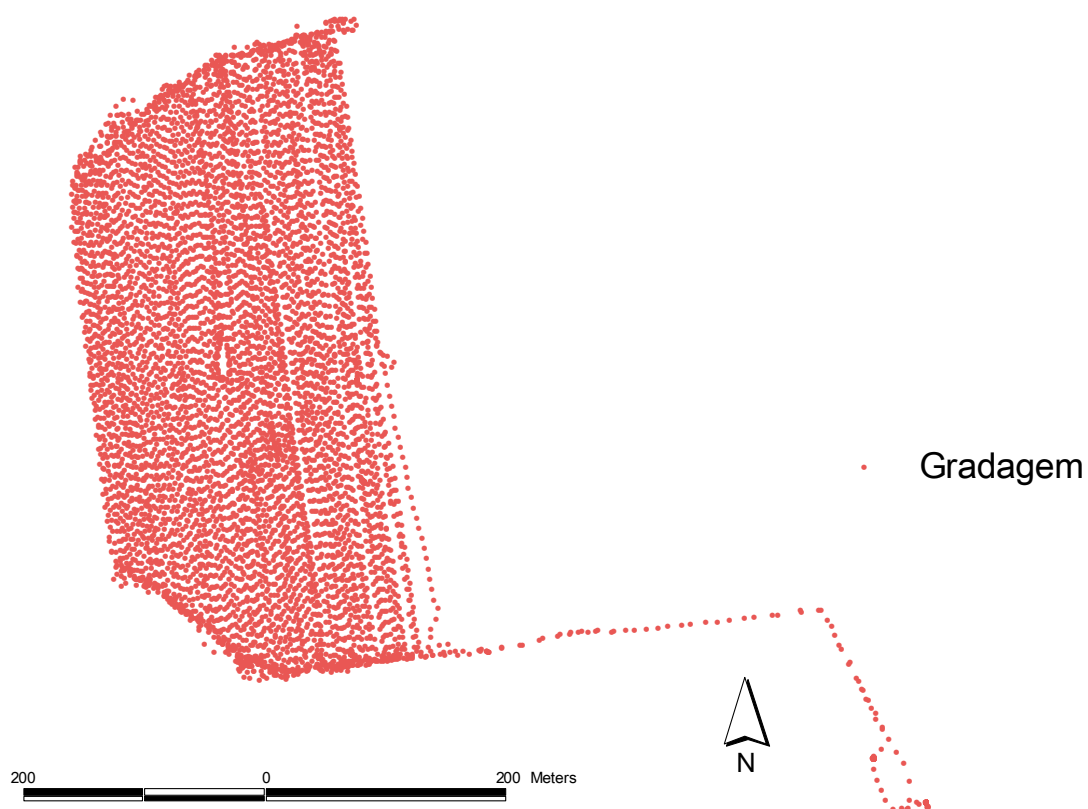


Figura 31 - Distribuição dos pontos recolhidos na gradagem na herdade do Curral da Léguas

Na figura 32, as diferentes cores têm o significado que tem sido atribuído aos diferentes tempos de trabalho: cor verde, tempo efetivo de operação, amarelo, nas extremidades da parcela, os tempos de viragem e de laranja o tempo de deslocação.

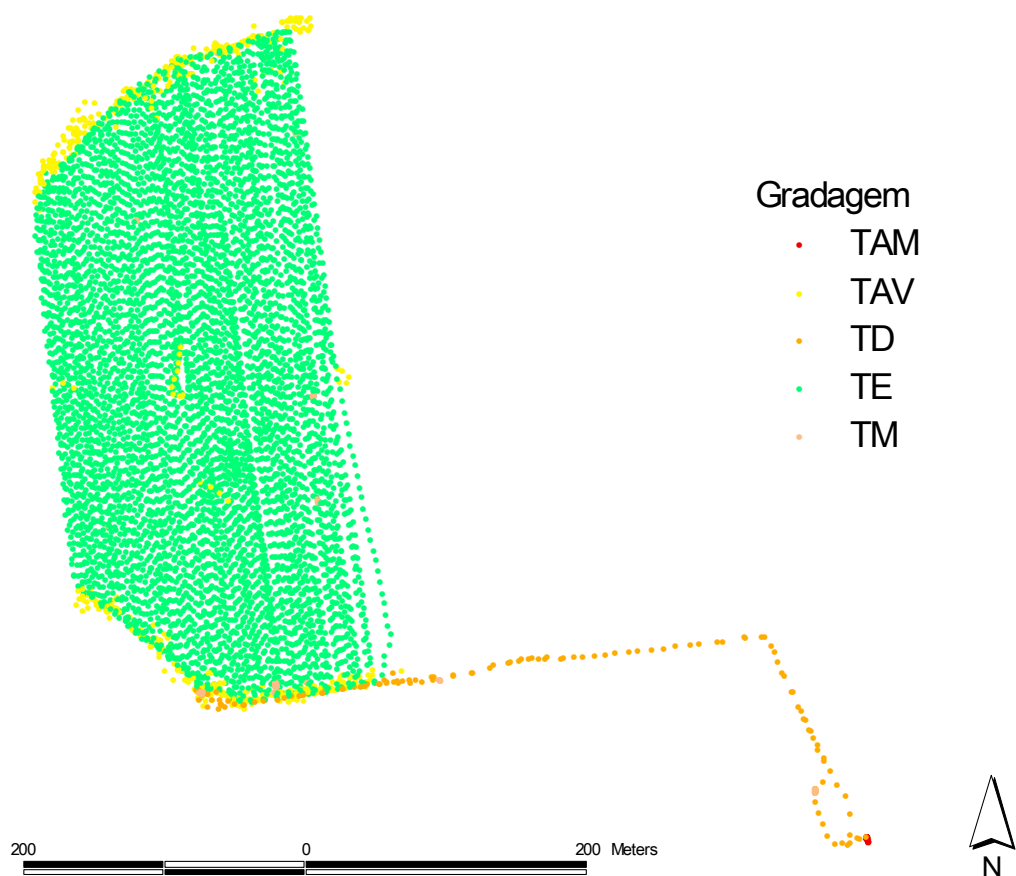


Figura 32 Classificação dos tempos de trabalho na operação de gradagem na herdade do Curral da Légua.

(T.A.M. -Tempo acessório de manutenção; T.A.V.-Tempo acessório de viragem; T.D.- Tempo de deslocação;
T.E.- Tempo efetivo; T.M.- Tempo morto;)

4.2.2 Sementeira convencional

Podemos visualizar na figura 33 a metade da parcela onde foi efetuada a sementeira recorrendo a um semeador convencional.

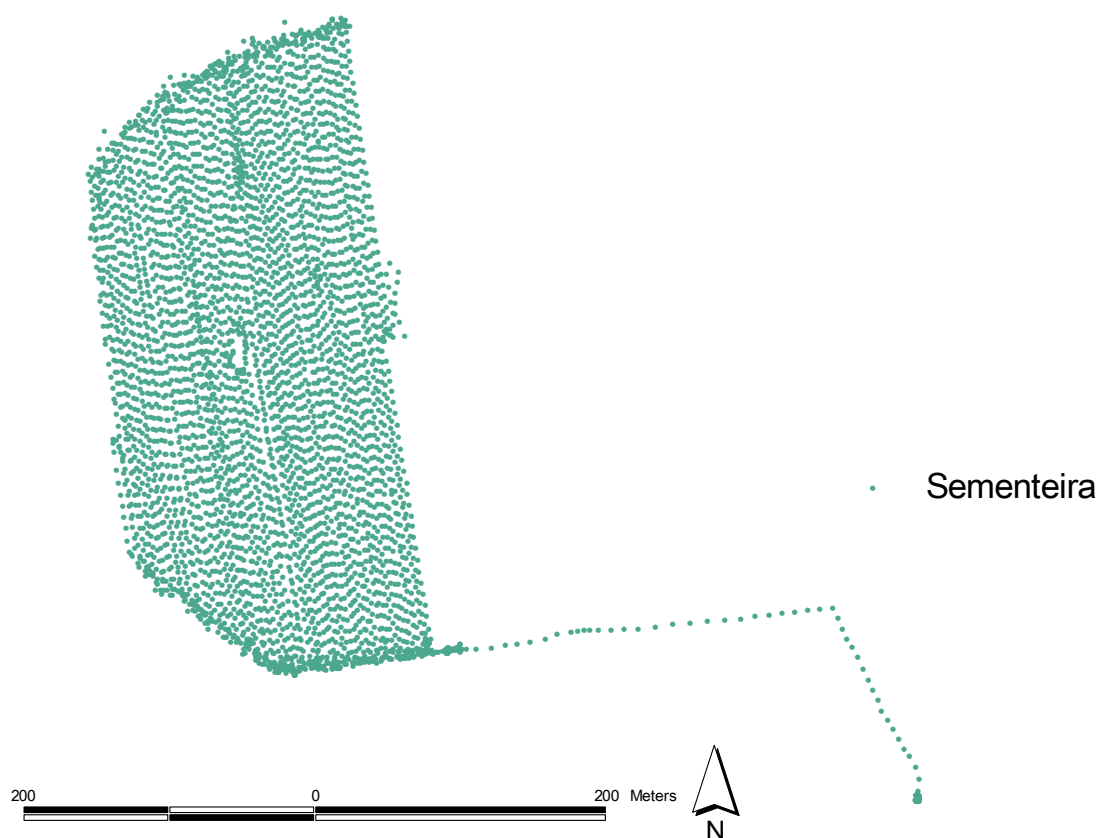


Figura 33 - Distribuição dos pontos recolhidos na operação de sementeira convencional na herdade do Curral da Légua

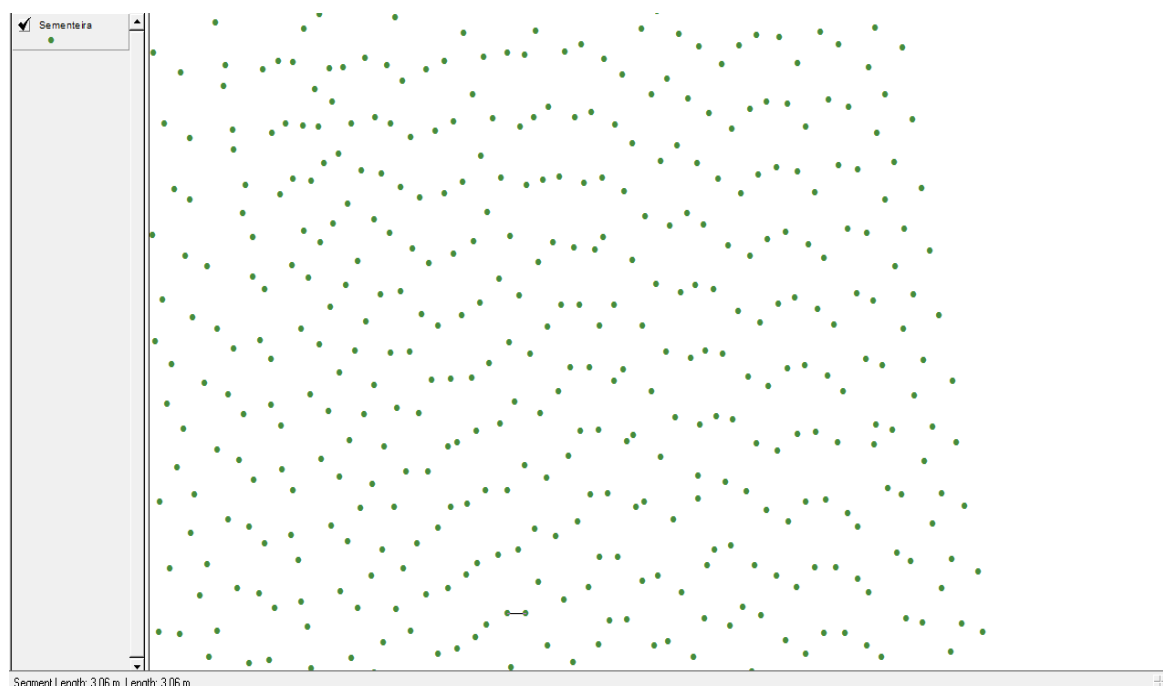


Figura 34 - Largura de trabalho da operação de sementeira convencional (3,06m) da herdade do Curral da Légua

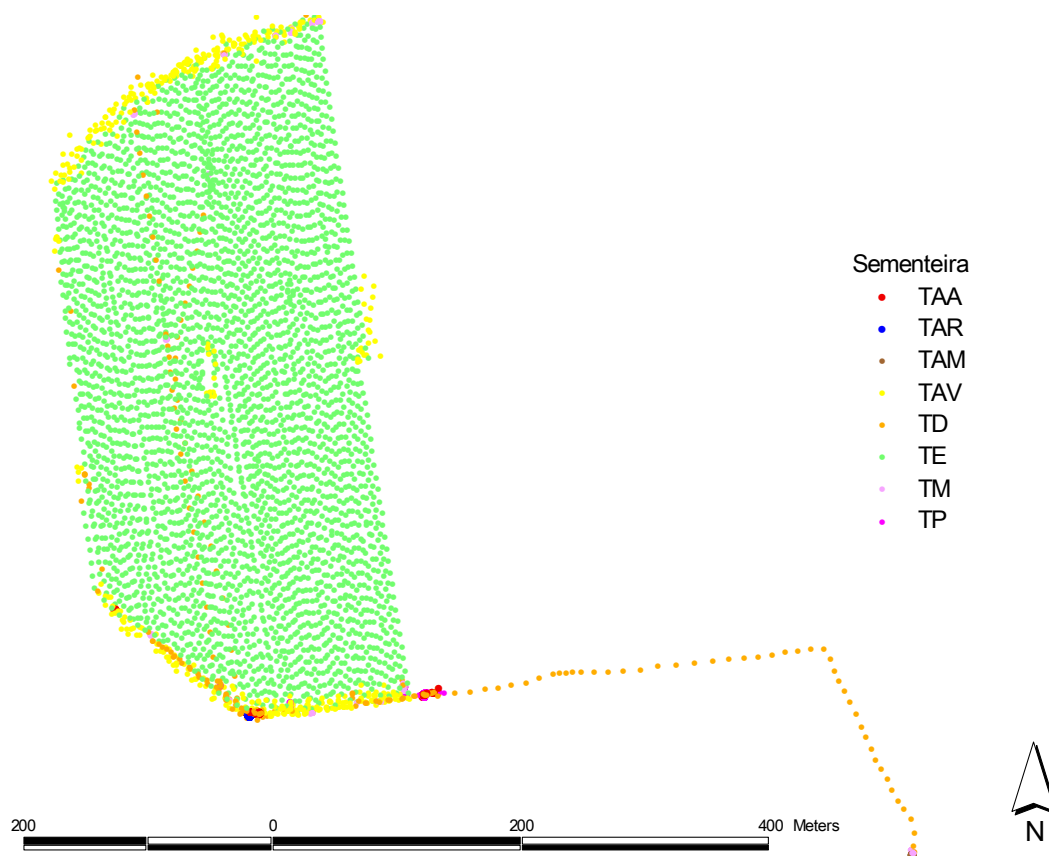


Figura 35 – Classificação dos tempos de trabalho na operação de sementeira convencional na da herdade do Curral da Légua.

(T.A.A-Tempo acessório de abastecimento; T.A.R.- Tempo acessório de repouso; T.A.M.- Tempo acessório de manutenção; T.A.V.-Tempo acessório de viragem; T.D.- Tempo de deslocação; T.E.- Tempo efetivo; T.M.- Tempo morto; T.P- Tempo de preparação)

Na figura 35, as cores têm o significado já conhecido, acrescentando-se aqui a cor roxa onde foi efetuada a calibração do semeador.

4.3 Tempos de trabalho das operações e eficiência de campo

O Quadro 7 apresenta os tempos de trabalho das operações estudadas segundo a definição apresentada no capítulo 2.2. Os detalhes dos cálculos efetuados encontram-se no Anexo I.

Quadro 7 - Tempos de trabalho (horas) das operações analisadas com a % do tempo em função do tempo total de trabalho.

(T.A.A-Tempo acessório de abastecimento; T.A.V.-Tempo acessório de viragem; T.D.- Tempo de deslocação; T.E.- Tempo efetivo; T.M.- Tempo morto; T.P- Tempo de preparação)

Operações	T.T. (h)	T.E. (h)	T.D. (h)	T.M. (h)	T.P. (h)	T.A. (h)
Herbicida (29,78ha)	8,82 (100%)	3,82 (43%)	1,45 (16%)	1,06 (12%)	0,39 (5%)	2,1 (24%)
Corretivo (29,78ha)	2,65 (100%)	1,46 (55%)	0,26 (10%)	0,16 (6%)	0,06 (2%)	0,71 (27%)
Adubo (29,78ha)	3,91 (100%)	2,14 (55%)	0,44 (11%)	0,13 (3%)	0,12 (3%)	1,08 (28%)
Sementeira direta (29,78ha)	16,82 (100%)	8,45 (50%)	1,08 (6%)	2,92 (17%)	0,46 (3%)	3,91 (24%)
Colheita (29,78ha)	36,99 (100%)	17,89 (48%)	6,91 (19%)	3,30 (9%)	0,49 (1%)	8,4 (23%)
Gradagem (10,97ha)	10,04 (100%)	8,49 (85%)	0,18 (2%)	0,49 (5%)	-	0,88 (8%)
Sementeira convencional (10,97ha)	9,85 (100%)	5,13 (52%)	0,35 (4%)	0,48 (5%)	1,60 (16%)	2,29 (23%)

Quadro 8- Quadro para os tempos acessórios (T.A.), onde inclui T.A.V. - tempo de viragem, T.A.A.- tempo de abastecimento, T.A.M. - tempo de manutenção tempo, T.A.R. –Tempo de repouso e T.M.V.-Tempo médio de viragem

Operações	T.A. (h)	T.A.V. (h)	T.A.A. (h)	T.A.M. (h)	T.A.R. (h)	Nº de viragens	T.M.V. (seg.)
Herbicida (29,78ha)	2,1 (100%)	0,35 (16%)	1,25 (60%)	-	0,5 (24%)	54	23
Corretivo (29,78ha)	0,71 (100%)	0,32 (45%)	0,39 (55%)	-	-	35	33
Adubo (29,78ha)	1,08 (100%)	0,27 (25%)	0,81 (75%)	-	-	42	23
Sementeira direta (29,78ha)	3,91 (100%)	1,30 (33%)	2 (51%)	-	0,61 (16%)	109	43
Colheita (29,78ha)	8,4 (100%)	2,61 (31%)	2,87 (34%)	1,95 (23%)	0,97 (12%)	331	28
Gradagem (10,97ha)	0,88 (100%)	0,74 (84%)	-	0,14 (16%)	-	110	24
Sementeira convencional (10,97ha)	2,29 (100%)	0,62 (27%)	0,79 (35%)	0,21 (9%)	0,67 (29%)	78	29

Quadro 9 – Diversos parametros relativos ao cálculo da eficiencia de campo das operações analisada: Capacidade teórica de trabalho (C.T.T.); Capacidade efetiva de trabalho (C.E.T); Eficiência de campo da operação (EC); Velocidade média correspondente ao Tempo efetivo T.E. de trabalho (Vel.)

Operações	C.T.T. (ha/h)	C.E.T. (ha/h)	EC (%)	Vel. (km/h)
Herbicida (29,78ha)	7,83	3,37	43%	7,74
Corretivo (29,78ha)	20,40	11,23	55%	9,78
Adubo (29,78ha)	13,91	7,61	55%	9,76
Sementeira direta (29,78ha)	3,52	1,77	50%	5,85
Colheita (29,78ha)	1,66	0,81	49%	4,23
Gradagem (10,97ha)	1,29	1,09	84%	6,29
Sementeira convencional (10,97ha)	2,14	1,11	52%	6,54

Nos Quadros 10 e 11 são apresentados os valores de eficiência de campo e velocidade média de trabalho existentes na bibliografia consultada referentes às operações estudadas. Com base nestes valores, poder-se-á fazer uma comparação e análise dos resultados obtidos neste estudo (tabela 11). Os resultados da tabela 9 foram adaptados por Hunt (1983) e da tabela 10 da fonte American Society of Agricultural Engineers (2003).

Quadro 10 – Eficiência de campo e velocidade de trabalho com base em Hunt (1983).

Operações	EC (%)	Vel. (km/h)
Herbicida	55-90%	7-10 km/h
Corretivo	65-70%	7-10 km/h
Adubo	65-70%	7-10 km/h
Sementeira direta	-	-
Colheita	55-70%	3-6 km/h
Gradagem	77-90%	6-10 km/h
Sementeira convencional	55-78%	7-10km/h

Quadro 11 - Tabela referente à eficiência de campo padrão e velocidade de trabalho com base na American Society of Agricultural Engineers

Operações	Intervalo EC (%)	EC Padrão (%)	Vel. (km/h)	Vel. Padrão (km/h)
Herbicida	50-80%	65%	5-11,5km/h	10,5km/h
Corretivo	60-80%	70%	8-16km/h	11km/h
Adubo	60-80%	70%	8-16km/h	11km/h
Sementeira direta				
Colheita	60-75%	65%	3-6,5km/h	4 Km/h
Gradagem	70-90%	85%	5,5-10km/h	7km/h
Sementeira convencional				

Quadro 12 – Comparação da eficiência de campo e velocidade de trabalho obtidos neste trabalho com os da bibliografia consultada

Operações	Dados Recolhidos		Dados Hunt (1983)		Dados ASAE (2003)	
	EC (%)	Vel. (km/h)	EC (%)	Vel. (km/h)	EC (%)	Vel. Padrão (km/h)
Herbicida	43%	7,74	55-90%	7-10 km/h	50-80%	10,5km/h
Ap. Cálcio	55%	9,78	65-70%	7-10 km/h	60-80%	11km/h
Ap. Potássio	55%	9,76	65-70%	7-10 km/h	60-80%	11km/h
Sementeira direta	50%	5,85	55-78%	7 -10km/h		
Colheita	49%	4,23	55-70%	3-6 km/h	60-75%	4 km/h
Grade	85%	6,29	77-90%	6-10 km/h	70-90%	7km/h
Sementeira	52%	6,54	55-78%	7-10km/h		

4.4 Discussão de resultados das várias operações

4.4.1 Aplicação de herbicida

Através do Quadro 12 podemos ver que a eficiência de campo desta operação, 43% está abaixo dos valores típicos existentes na bibliografia, 50-90%, apesar da velocidade, de 7,74km/h se encontrar na margem definida na bibliografia por Hunt (1983), 7-10km/h mas abaixo da velocidade padrão apresentada pela ASAE (2003).

Esta baixa eficiência de campo na operação explica-se principalmente pelos tempos de deslocação que a máquina teve de realizar para efetuar o abastecimento de calda. O operador sempre que necessitava de abastecer o pulverizador precisou de ir até ao assento de lavoura, percorrendo uma distância de aproximadamente 1,12km.

Através da tabela 7 pode ver-se que o tempo perdido em deslocações para abastecimento de calda foi de 1 hora e 27 minutos.

Se fizermos os cálculos da eficiência de campo retirando o tempo perdido em deslocações podemos concluir através dos cálculos realizados em anexo que o valor da eficiência de campo sobe para 51%, já dentro dos limites considerados pela ASAE (2003).

Outra possibilidade para poder aumentar a eficiência de campo desta operação seria recorrer a um pulverizador de maior capacidade e de maior largura de trabalho reduzindo assim os tempos perdidos em abastecimentos, diminuindo o tempo efetivo de trabalho.

4.4.2 Aplicação do corretivo

Para a operação de distribuição do corretivo, o valor de eficiência de campo obtida foi de 55%, valor abaixo dos limites apresentados por Hunt (1983) e pela ASAE (2003) (60%-80%). A velocidade média de trabalho foi de 9,78 Km/h que se encontra dentro dos valores normais (7-10Km/h) e próximo do valor padrão definido pela ASAE (2003).

A baixa eficiência de campo desta operação deve-se à reduzida capacidade do distribuidor de adubo, que apenas levava 1000kg de corretivo, sendo necessárias algumas paragens para abastecimento levando assim a alguma perda de tempo.

Se o distribuidor de adubo apresentasse o dobro da capacidade teoricamente levaria metade do tempo de abastecimento. Os cálculos efetuados em anexo demonstram um aumento de 4% na eficiência de campo tendo como valor final 59%. Outro parâmetro que poderia ser melhorado foi o tempo de viragem nesta operação. Se este tempo fosse um pouco mais reduzido, juntamente com uma maior capacidade do distribuidor não deixaria dúvidas que a eficiência de campo subiria para os intervalos apresentados na bibliografia.

4.4.3 Aplicação de adubo

Tal como na operação de distribuição de corretivo, esta, apresenta uma eficiência de campo de 55%, abaixo dos valores fornecidos por Hunt (1983) e ASAE (2003) (60 - 80%). A velocidade calculada foi de 9,76km/h que é considerada pela bibliografia com estando dentro dos valores normais (7 - 10Km/h). O valor da eficiência de campo obtida é baixo, e o principal motivo é idêntico ao da distribuição de corretivo: a baixa capacidade de armazenamento do distribuidor

Poderia melhorar-se a eficiência de campo desta operação aumentando a largura de trabalho do distribuidor para o seu máximo que é de 23m (largura esta que foi usada na aplicação de calcário). A largura máxima da alfaia não foi utilizada uma vez que se pretendia uma melhor distribuição e uniformização de adubo no solo uma vez que este era muito irregular fazendo assim o trabalho utilizando faixas de terreno mais estreitas. Outra das opções que melhorariam a eficiência de campo é, como referido anteriormente, a utilização de um distribuidor com uma maior capacidade de armazenamento diminuindo assim as paragens para abastecimento.

No caso desta adubação como foi aplicada uma maior quantidade de adubo no solo e houve uma menor largura de trabalho o que resultou na necessidade de mais deslocações à bordadura da parcela para abastecer.

4.4.4 Sementeira direta

Na sementeira foi obtida uma eficiência de campo de 50% e a velocidade média calculada foi de 5,85km/h. Na bibliografia consultada não se encontraram valores para este tipo de sementeira. Como a alfaia utilizada nesta operação apresenta um funcionamento semelhante aos semeadores convencionais tendo como diferença principal as elevadas dimensões e robustez para poder trabalhar no solo sem este estar mobilizado utilizou-se como comparação os valores existentes na bibliografia para os semeadores convencionais. Assim a eficiência de campo obtida está abaixo do intervalo definido por Hunt (1983) (55-78%). A velocidade de trabalho também se encontra abaixo dos valores que a tabela mostra (7-10km/h).

A velocidade de trabalho de 5,85 km/h resulta da recomendação feita ao operador para não trabalhar a velocidades superiores a 6Km/h. Como anteriormente não houve qualquer tipo de mobilização de solo, o terreno apresentava uma camada significativa de resíduos. Uma maior velocidade na operação poderia correr-se o risco de deixar alguns resíduos por cortar, dificultando a introdução da semente no solo o que poderia levar ao insucesso da emergência da cultura.

Como foi descrito no capítulo de Material e Métodos esta operação teve de ser interrompida ainda no início devido ao encharcamento no solo. Esta operação acabou por ser realizada em três dias de sementeira distintos com uma semana de intervalo (Fig.36). Este fator foi o principal motivo que justificou a baixa eficiência de campo desta operação uma vez que aumentou os tempos de deslocação e os tempos mortos. O elevado tempo morto perdido

deveu-se ao facto de o trator se ter atascado por duas vezes no dia 18 de Abril e uma no dia 27 em zonas com pior drenagem.

O tempo de abastecimento da máquina também foi um pouco elevado devido à necessidade de aplicação de adubo na linha (300kg) o que levou o operador a fazer um maior número de paragens para abastecer o depósito de adubo do semeador (sacos de adubo de 25kg).

A eficiência de campo desta operação não foi mais elevada, principalmente devido à condicionante climática, que impossibilitou a continuidade da operação devido às más condições de trabalho do solo.

Através dos cálculos efetuados em Anexo diminuindo o tempo de deslocações da máquina ao assento de lavoura devido à sementeira ter sido efetuada em três dias, o tempo morto em 80% devido principalmente ao “atascamento” da alfaia no terreno e diminuindo o tempo de abastecimento de adubo no semeador para metade verifica-se que o valor da eficiência de campo aumentaria 16% ficando com o valor de 66%. Este já é um valor considerado normal na bibliografia pesquisada.

Data sementeira

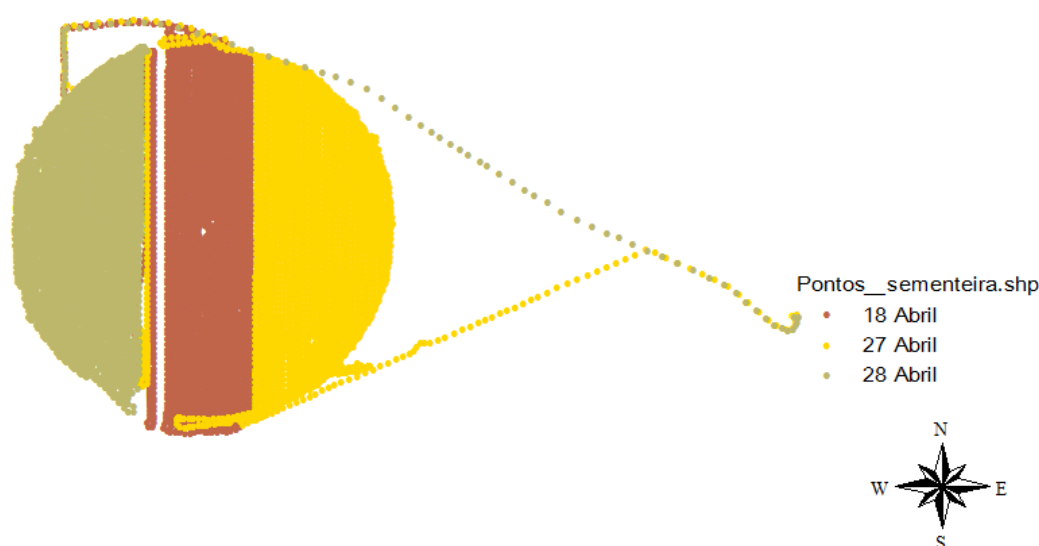


Figura 36 – Distribuição dos diferentes dias de sementeira

4.4.5 Colheita

A colheita foi uma operação que teve 49% de eficiência de campo de trabalho e foi feita a uma velocidade média de 4,23 km/h. Em comparação com os valores da tabela 12, pode-se ver que a velocidade se encontra dentro do limite 3-6 Km/h definido por Hunt (1983) e idêntico à velocidade padrão de 4km/h definida pela ASAE (2003).

A principal explicação encontrada para a baixo eficiência de campo da colheita foi devido à baixa capacidade de armazenamento de grão no tegão da máquina (3500kg), e como a cultura apresenta produtividades (13000kg/ha) levou a que o operador tivesse que fazer muitas manobras e deslocações na parcela para descarregar o grão nos reboques que se situavam nas bordaduras da parcela. Os semi-reboques não puderam ir a meio da parcela, diminuindo assim o tempo de deslocação da máquina pois o restolho do milho era alto poderia danificar o radiador dos camiões. O estado do terreno também poderia levar ao “atascamento” destes quando cheios pois esta cultura foi regada durante todo o seu ciclo e o solo nalgumas zonas apresentava valores de humidade consideráveis. Por estas razões decidiu-se assim que fosse a máquina a ir até à extremidade da parcela por vezes levando apenas três linhas de colheita para poder descarregar o grão.

Uma das alternativas que permitiriam o aumento da eficiência de campo da colheita seria a diminuição do tempo perdido pela ceifeira em deslocações e nas paragens para descarregar o grão. Esta opção seria possível com recurso a um reboque.

Na utilização deste equipamento reduzir-se-ia os tempos de deslocação da máquina em 80%, sendo os restantes 20% as deslocações necessárias para a máquina ficar no assento de lavoura no final do dia de trabalho ou alguma manutenção ou reparação que a máquina necessária. Foram retirados também os tempos gastos em descarregar o grão. Com estas alterações obteve-se um acréscimo de 14% na eficiência de campo da colheita, subindo para os 63%. Este valor de eficiência de campo também já é um valor dentro do comum na bibliografia pesquisada.

4.4.6 Gradagem

Esta operação de mobilização obteve uma eficiência de campo de 84% e uma velocidade de trabalho de 6,29km/h. Em comparação com a bibliografia existente, tanto a eficiência de campo (70-90%) como a velocidade (6-10km/h), encontram-se dentro dos valores normais

porém, tal como nas operações anteriores, principalmente para o caso da velocidade, este valor poderia ser melhorado.

Na parcela onde esta operação foi realizada o terreno apresentava alguma humidade e o trator utilizado para realizar esta tarefa apresentava um elevado nível de desgaste nos pneus, o que levou em algumas situações a uma perda de tração no terreno tendo como consequência alguma perda de velocidade na gradagem da parcela. Se a tração fosse melhor decerto que a velocidade andaria dentro dos 7Km/h publicados como valor padrão pela ASAE (2003).

O valor da eficiência de campo, ao contrário das outras operações analisadas, é bom pois não apresenta tempos de perdidos em abastecimento e consequentemente também apresenta tempos de deslocação baixos.

4.4.7 Sementeira convencional

Para esta operação a eficiência de campo calculada foi de 52% e a velocidade de trabalho de 6,54km/h. Apesar do valor da velocidade ter ficado muito próximo do intervalo (7-10km/h) definido por Hunt (1983), a eficiência de campo ficou um pouco abaixo dos 55-78% definido pelo mesmo autor. Este facto ficou a dever-se à perda de algum tempo (1hora e 36minutos) para a calibração do semeador, onde houve alguma dificuldade do operador no acerto da quantidade de adubo a aplicar por hectare pela alfaia. O tempo gasto nos abastecimentos também foi um pouco elevado pois foi aplicada uma quantidade de cerca de 200kg de adubo por hectare e o depósito de adubo deste semeador não sendo muito grande, cerca de 500kg, levou a que o operador fizesse algumas paragens devido à baixa autonomia.

Se tivesse sido optado por um prestador de serviços com maior rigor e experiencia na preparação da alfaia poderia ter-se minimizado o tempo perdido na calibração desta. Segundo os cálculos realizados em Anexo reduzindo este tempo em 80% e verificou-se que a eficiência de campo aumentaria 8% para o valor final de 60%. Este valor já se encontra aceite pela bibliografia.

Quadro 13 – Tabela resumo da eficiência de campo e velocidade de trabalho obtidos e melhorados em comparação com os da bibliografia consultada segundo ASAE (2003)

	Dados Recolhidos		Dados recolhidos alterados		Dados ASAE (2003)	
Operações	EC (%)	Vel. (km/h)	EC (%)	Vel. (km/h)	EC (%)	Vel. padrão (km/h)
Herbicida	43%	7,74	51%	7,74km/h	50-80%	10,5km/h
Ap. Cálcio	55%	9,78	59%	9,78km/h	60-80%	11km/h
Ap. Potássio	55%	9,76	61%	9,76km/h	60-80%	11km/h
Sementeira direta	50%	5,85	66%	5,85km/h		
Colheita	49%	4,23	63%	4,23km/h	60-75%	4 km/h
Grade	85%	6,29	85%	7km/h	70-90%	7km/h
Sementeira	52%	6,54	60%	6,54km/h		

5. Conclusões

A utilização do GPS para a determinação em condições reais das explorações agrícolas da eficiência de campo mostrou ser uma metodologia adequada e relativamente fácil de implementar. Apesar da necessidade de um considerável esforço e tempo dispendido na interpretação dos resultados após a operação isto é, trabalho de secretária, esta metodologia permite reduzir também o trabalho de campo, tornando-o mais sistemático, repetível e autónomo.

Deste modo, a metodologia estudada permite que o diagnóstico das eficiências de campo se torne num processo mais expedito e com potencial aplicação mais regular ao nível das explorações agrícolas. Esta realidade permitiria, com toda a certeza, ganhos consideráveis ao nível da gestão e eficiência da utilização do parque de máquinas. Em resultado da utilização mais eficiente das máquinas, verificar-se-ia uma redução de custos com consequente aumento da competitividade da própria exploração agrícola.

Da análise efetuada pode concluir-se que à exceção a gradagem, as eficiências de campo ficaram abaixo dos valores considerados normais segundo a bibliografia em cerca de 10 pontos percentuais. As eficiências de campo foram particularmente baixas nas operações de

aplicação de herbicida e fertilização. Esse facto ficou a dever-se por um lado às perdas de tempo com deslocações ao assento de lavoura para abastecimentos e, por outro, à reduzida capacidade dos distribuidores que obrigaram a sucessivas paragens. Na operação de sementeira, a reduzida eficiência de campo também se ficou a dever a alguma inexperiência do operador que conduziu a maior quantidade de tempo em afinação da máquina na parcela.

As causas para as baixas eficiências de campo foram testadas pelo seu cálculo assumindo a eliminação ou redução dos tempos considerados excessivos. Desta forma foi possível atingir os valores de eficiência de campo considerados normais pela bibliografia. Este exercício demonstrou a utilidade da metodologia estudada no diagnóstico da eficiência de campo na otimização do parque de máquinas assim como na eleição de propostas para sua melhoria.

6. Bibliografia

Ajai, 2002, GPS and its applications, Training course on Remote Sensing and GIS Applications in Agriculture, May 27th –7th June, 2002, RRSSC- Bangalore, pp: 89-99. (citado por Shanwad, U.K. *et al.* 2002)

American Society of Agricultural Engineers, ASAE D497.4 FEB03. Agricultural Machinery Management Data. 373-380p.

Andrade, S. (1999) – Divisão de produção Agrícola. A cultura do Milho. DRAP Centro.

ANPROMIS (2012). <http://www.anpromis.pt/> site institucional da Associação Nacional de Produtores de Milho e Sorgo, Áreas de Milho de 2004 a 2011 (consultado a 11/02/2012).

ESRI (1996) ArcView 3.2 User's Manual. 36pp. Redlands, EUA.

Barraguiha, A., 2009. Caderno nº 4 da Associação Portuguesa de Mecanização Agrária, pp70-73. SIG Distribuídos pela Internet. Potencial de Utilização na Agricultura e na Floresta.

Barros, H. e Estácio, F. (1972), Economia da empresa agrícola. Universidade de Luanda, Nova Lisboa (citado por Coelho, J. (1992)).

Bennetzen, J e Hake, S. (Eds.). 2008. Handbook of Maize:. Its biology., Springer. pp. 600.

Bernardi, J.V.E. e LANDIM, P.M.B. 2002. Aplicação do Sistema de Posicionamento Global (GPS) na coleta de dados. DGA,IGCE,UNESP/Rio Claro, Lab. Geomatemática, Texto Didático 10, 31 pp.

Braga, R., 2009. Viticultura de precisão: um caso particular de agricultura de precisão. In Viticultura de Precisão. (R. Braga). Inovação e Tecnologia na Formação Agrícola, AJAP, Lisboa, pp. 3-22.

Carvalho Cardoso, J. (1965), Os Solos de Portugal sua Classificação, Caracterização e Génese 1- A Sul do Tejo, Lisboa. Engenheiro Agrónomo, Investigador da Estação Agronómica Nacional. pp. 310

Cary, F. C. e Azevedo, A. L. (1966). Transporte e Movimentação de Produtos na Exploração Agrícola. In: Excertos das Lições de Agricultura Geral e Maquinas Agrícolas. I.S.A.(ed. Ciclostilada 115pp. (citado por Coelho, J. (1992))

Clark, R.L. e McGucken, R.L. 1996. Variable rate application technology: An overview. Proceedings of the Third International Conference on Precision Agriculture. Minneapolis, MN, June 23-26, 1996. Robert, P. C., Rust, R. H. e Larson, W. E. (Eds.). ASA Miscellaneous Publications, ASA, CSSA, e SSSA, Madison, WI, pp. 651-662.

Coelho, J. (1992). Análise de Projetos de Emparcelamento Rural. O Caso de Valença do Minho. Tese de doutoramento. U.T.L., I.S.A. Lisboa, pp 214

Coelho, J. P. e Silva, L. M. e Pinheiro, A. C. e Tristany, M. e Neto, M. C., 2009. Agricultura de precisão. In Agricultura de Precisão. (J. P. Coelho e J. R. Silva). Inovação e Tecnologia na Formação Agrícola, AJAP, Lisboa, pp. 125.

Colvin, T.S. and Kerkman, E. W., 1999, Precision Agriculture Requires precise tuning. Precision Agriculture- Proceedings of the 4th international conference. pp. 1083-1088. (Citado de Shanwad, U.K., *et al.* 2007)

Ehsani, R. 2009. Maximizing field efficiency of farm machinery using GPS data. Citrus Industry. Citrus industry.

Grisso, D. R., Kocher, F. M., Jasa, J. P., Schroeder, A. M., and V.I. Adamchuk, 2002. Field Efficiency Determination Using Traffic Pattern Indices. University of Nebraska Agricultural Research Division, Lincoln, Nebraska. Journal Series No. 14111. Presented at the 2002 ASAE Annual International Meeting as Paper No. 021009. pp. 17

FAO (2012). <http://faostat.fao.org/> (consultado em 01/09/2012)

Han, S., Hummel, J.W., Goering, C.E. e Cahn, M.D. 1994. Cell size for site-specific crop management. *Transactions of the ASAE*, St. Joseph, v.37, n.1, p.19-26, jan./fev. Citado por Stabile, M e Balastreire, L. 2006.

Hunt, D. (1983). Machine Performance. In: Farm Power and Machinery Management. Iowa State University Press, Ames. 8 Ed. 352p.

Lourenço, J. S. e Alves, V. M. (1968). Tempos de trabalho agrícola numa região do Noroeste. F.C.G. Centro de Estudos de Economia Agrária de Lisboa. (citado por Coelho, J. (1992))

Mendes, J. M. (1983). Contribuição para o estudo dos dias disponíveis para a realização dos trabalhos agrícolas. Relatório de atividade do aluno estagiário do curso de Engenheiro Agrônomo. U.T.L., I.S.A. Lisboa. (citado por Coelho, J. (1992))

Mark, A. Mc Govern, T. Hirose, B.K. Hopp and T. E. Huffman, 1999, Agriculture Ground Truthing GPS, GIS, system. Precision Agriculture- Proceedings of the 4th international conference. PP. 975-978. (Citado de Shanwad, U.K., *et al.* 2007)

Paes, B. V. (2011) Análise da variabilidade espaço-temporal da produtividade de milho numa parcela na região da Golegã. Dissertação de mestrado, ISA-UTL, Lisboa. pp. 86

Peça Oliveira, J. e Serrano, J. (2010) ICAAM, Departamento de Engenharia Rural, Escola de Ciências e Tecnologia, Universidade de Évora; Regras básicas para um menor peso energético e económico da mecanização em Bio(Energia). pp 20

Pellizzi, 1986. (citado por Coelho, J. , Lynce, P. Apontamentos da aula Agricultura Geral, I.S.A.)

Pinto, I, 2009, Instituto de Investigação Científica Tropical. Introdução aos Sistemas de Informação Geográfica (SIG). pp. 37

Renoll, E. S. 1965. Row-crop machine capacity in terraced fields. Highlights of Agr. Res., Auburn Univ., Ala. Agr.Exp. Station. 12:(Summer). (Citado por Grisso, *et al.*, 2002)

Souza e Vasconcellos, L., 2012. A Produção de Milho em Portugal. Revista Agrotec.

Trimble (2011). <http://www.trimble.com/> . Software TerraSync (consultado em 25/10/2011)

Tristany, M. (2010). Um sistema de informação para a análise multi-dimensional da actividade agrícola. Aplicação em diversos casos do panorama agrícola nacional. U.T.L., I.S.A. Lisboa, pp 33, 80.

SIG. http://pt.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_posicionamento_global/ - Wikipedia. (consultado em 12/12/2011)

Shanwad, U.K. , Patil, V.C. , Dasog, G. S. , Mansur C.P. and Shashidhar K. C.,2002. Global Positioning System (GPS) in Precision Agriculture.

Ulisses R. A., Fábio H. R. Baio e Timothy C. Sharp, 2007. Agricultura de precisão. <http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/algodao/publicacoes/cba6/palestras/1622.pdf> (Consultado em 01/09/2012)

Witney, B. (1988). Machine Performance. In: Choosing and using farm machines. Longman Scientific & Technical, London, 95-128. (citado por Coelho, J. (1992))

7. Anexos

7.1 ANEXO I Cálculos dos tempos de trabalho:

7.1.1 Aplicação de herbicida:

Nº TE: 2747

Nº TM: 764

Nº TAV: 254

Nº TD: 1045

Nº TP: 280

Nº TAA: 903

$$1) \quad TE = N^{\circ} TE \times \Delta t$$

$$TE = 2747 \times 5 = 13735s = 3,82h$$

TE = 3 horas 49 minutos e 12 segundos

$$TD = N^{\circ} TD \times \Delta t$$

$$TD = 1045 \times 5s = 5225s = 1,45h$$

TD = 1 hora 27 minutos

$$TM = N^{\circ} TM \times \Delta t$$

$$TM = 764 \times 5s = 3820s = 1,06h$$

TM = 1 hora e 3 minutos e 36 segundos

$$TP = N^{\circ} TP \times \Delta t$$

$$TP = 280 \times 5s = 1400s = 0,39h$$

TP = 23 minutos e 24 segundos

$$TAV = N^{\circ} TAV \times \Delta t$$

$$TAV = 254 \times 5s = 1270s = 0,35h$$

TAV = 21 minutos

$$TAA = N^{\circ} TAA \times \Delta t$$

$$TAA = 903 \times 5s = 4515s = 1,25h$$

TAA = 1 hora e 15 minutos

TAR = 0,5h – 30 minutos – o GPS foi desligado

$$\text{CTT} = \text{área} / \text{TE} = 29,78/3,8 = 7,84$$

$$\text{CET} = \text{área} / \text{T.T.} = 29,78/8,82 = 3,38$$

$$\text{Eficiência do campo (EC)} = \text{CET} / \text{CTT} = 3,38 / 7,84 = 0,43 = 43 \%$$

$$\text{Velocidade média sem tempos mortos} = \text{TE} = 7,74 \text{ km/h}$$

$$\text{Tempo total} = \text{TE} + \text{TD} + \text{TM} + \text{TP} + \text{TAV} + \text{TAA} + \text{TAR}$$

$$\text{T.T.} = 3,82 + 1,45 + 1,06 + 0,39 + 0,35 + 1,25 + 0,5$$

$$\text{T.T.} = 8,82 \text{ horas}$$

$$\text{T.T.} = 8 \text{ horas } 49 \text{ minutos e } 12 \text{ segundos}$$

$$2) \text{ TE/TT} = 3,82/8,82 = 0,43$$

$$\text{TD/TT} = 1,45/8,82 = 0,16$$

$$\text{TM/TT} = 1,06/8,82 = 0,12$$

$$\text{TP/TT} = 0,39/8,82 = 0,05$$

$$\text{TAV/TT} = 0,35/8,82 = 0,04$$

$$\text{TAA/TT} = 1,25/8,82 = 0,14$$

$$\text{TAR/TT} = 0,5/8,82 = 0,06$$

$$3) \text{ TA} = \text{TAV} + \text{TAA} + \text{TAR}$$

$$\text{TA} = 0,35 + 1,25 + 0,5 = 2,1 \text{ horas}$$

$$\text{TA} = 2 \text{ horas e } 6 \text{ minutos}$$

$$4) \text{ TAV} / \text{TA} = 0,35 / 2,1 = 0,16$$

$$\text{TAA} / \text{TA} = 1,25 / 2,1 = 0,60$$

$$\text{TAR} / \text{TA} = 0,5 / 2,1 = 0,24$$

$$5) \text{ TMV} = \text{TAV} / \text{n}^\circ \text{ de viragens} = 0,35 / 54 = 0,00648 \text{ h} = 23,33 \text{ s}$$

7.1.2 Aplicação de corretivo

Nº TE: 1049

Nº TM: 118

Nº TAV: 231

Nº TD: 185

Nº TP: 43

Nº TAA: 283

1) $TE = N^{\circ} TE \times \Delta t$

$$TE = 1049 \times 5 = 5245s = 1,46h$$

TE = 1 horas 27 minutos e 36 segundos

$$TD = N^{\circ} TD \times \Delta t$$

$$TD = 185 \times 5s = 925s = 0,26h$$

TD = 15 minutos e 36 segundos

$$TM = N^{\circ} TM \times \Delta t$$

$$TM = 118 \times 5s = 590s = 0,16h$$

TM = 9 minutos e 36 segundos

$$TP = N^{\circ} TP \times \Delta t$$

$$TP = 43 \times 5s = 215s = 0,06h$$

TP = 3 minutos e 36 segundos

$$TAV = N^{\circ} TAV \times \Delta t$$

$$TAV = 231 \times 5s = 1155s = 0,32h$$

TAV = 21 minutos e 12 segundos

$$TAA = N^{\circ} TAA \times \Delta t$$

$$TAA = 283 \times 5s = 1415s = 0,39h$$

TAA = 23 minutos e 24 segundos

$$CTT = \text{área} / TE = 29,78 / 1,46 = 20,40$$

$$CET = \text{área} / T.T. = 29,78 / 2,65 = 11,23$$

$$\text{Eficiência de Campo (EC)} = CET / CTT = 11,23 / 20,40 = 0,55 = 55 \%$$

$$\text{Velocidade média sem tempos mortos} = TE = 9,78\text{km/h}$$

$$\text{Tempo total} = TE + TD + TM + TP + TAV + TAA$$

$$T.T. = 1,46 + 0,26 + 0,16 + 0,06 + 0,32 + 0,39$$

$$T.T. = 2,65 \text{ horas}$$

$$T.T. = 2 \text{ horas } 39 \text{ minutos}$$

2) $TE/TT = 1,46 / 2,65 = 0,55$

$$TD/TT = 0,26 / 2,65 = 0,10$$

$$TM/TT = 0,16 / 2,65 = 0,06$$

$$TP/TT = 0,06 / 2,65 = 0,02$$

$$TAV/TT = 0,32 / 2,65 = 0,12$$

$$TAA/TT = 0,39 / 2,65 = 0,15$$

3) $TA = TAV + TAA$

$$TA = 0,32 + 0,39 = 0,71 \text{ horas}$$

TA = 42 minutos e 36 segundos

$$4) \text{ TAV} / \text{TA} = 0,32 / 0,71 = 0,45$$

$$\text{TAA} / \text{TA} = 0,39 / 0,71 = 0,55$$

$$5) \text{ TMV} = \text{TAV} / n^{\circ} \text{ de viragens} = 0,32 / 35 = 0,0091\text{h} = 32,91\text{s}$$

7.1.3 Aplicação de Adubo

Nº TE: 1538

Nº TD: 313

Nº TM: 91

Nº TP: 88

Nº TAV: 194

Nº TAA: 584

$$1) \text{ TE} = \text{N}^{\circ} \text{ TE} \times \Delta t$$

$$\text{TE} = 1538 \times 5 = 7690\text{s} = 2,14\text{h}$$

TE = 2 horas 8 minutos e 24 segundos

$$\text{TD} = \text{N}^{\circ} \text{ TD} \times \Delta t$$

$$\text{TD} = 313 \times 5\text{s} = 1565\text{s} = 0,44\text{h}$$

TD = 26 minutos e 5 segundos

$$\text{TM} = \text{N}^{\circ} \text{ TM} \times \Delta t$$

$$\text{TM} = 91 \times 5\text{s} = 455\text{s} = 0,13\text{h}$$

TM = 7 minutos e 48 segundos

$$\text{TP} = \text{N}^{\circ} \text{ TP} \times \Delta t$$

$$\text{TP} = 88 \times 5\text{s} = 440\text{s} = 0,12\text{h}$$

TP = 7 minutos e 12 segundos

$$\text{TAV} = \text{N}^{\circ} \text{ TAV} \times \Delta t$$

$$\text{TAV} = 194 \times 5\text{s} = 970\text{s} = 0,27\text{h}$$

TAV = 16 minutos e 12 segundos

$$\text{TAA} = \text{N}^{\circ} \text{ TAA} \times \Delta t$$

$$\text{TAA} = 584 \times 5\text{s} = 2920\text{s} = 0,81\text{h}$$

TAA = 48 minutos e 36 segundos

$$\text{CTT} = \text{área} / \text{TE} = 29,78 / 2,14 = 13,91$$

$$\text{CET} = \text{área} / \text{T.T.} = 29,78 / 3,91 = 7,61$$

$$\text{Eficiência de Campo (EC)} = \text{CET} / \text{CTT} = 7,61 / 13,91 = 0,55 = 55 \%$$

$$\text{Velocidade média sem tempos mortos} = (\text{TE} + \text{TAV}) = 9,76 \text{ km/h}$$

$$\text{Tempo total} = \text{TE} + \text{TD} + \text{TM} + \text{TP} + \text{TAV} + \text{TAA}$$

$$\text{T.T.} = 2,14 + 0,44 + 0,13 + 0,12 + 0,27 + 0,81$$

$$\text{T.T.} = 3,91 \text{ horas}$$

$$\text{T.T.} = 3 \text{ horas } 54 \text{ minutos e } 36 \text{ segundos}$$

$$2) \text{ TE} / \text{TT} = 2,14 / 3,91 = 0,55$$

$$\begin{aligned}TD/TT &= 0,44/3,91 = 0,11 \\ TM/TT &= 0,13/3,91 = 0,03 \\ TP/TT &= 0,12/3,91 = 0,03 \\ TAV/TT &= 0,27/3,91 = 0,07 \\ TAA/TT &= 0,81/3,91 = 0,21\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}3) \quad TA &= TAV + TAA \\ TA &= 0,27 + 0,81 = 1,08 \text{ horas} \\ TA &= 1 \text{ hora } 4 \text{ minutos e } 48 \text{ segundos}\end{aligned}$$

$$4) \quad TAV / TA = 0,27 / 1,08 = 0,25$$

$$TAA / TA = 0,81 / 1,08 = 0,75$$

$$5) \quad TMV = TAV / n^{\circ} \text{ de viragens} = 0,27 / 42 = 0,0064h = 23,04s$$

7.1.4 Sementeira direta

Nº TE: 6081
Nº TM: 2104
Nº TAV: 937
Nº TAR: 437

Nº TD: 776
Nº TP: 332
Nº TAA: 1439

$$\begin{aligned}1) \quad TE &= N^{\circ} TE \times \Delta t \\ TE &= 6081 \times 5 = 30405s = 8,45h\end{aligned}$$

TE = 8 horas 27 minutos

$$\begin{aligned}TD &= N^{\circ} TD \times \Delta t \\ TD &= 776 \times 5s = 3880s = 1,08h \\ \mathbf{TD} &= \mathbf{1 \text{ hora } 4 \text{ minutos e } 48 \text{ segundos}}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}TM &= N^{\circ} TM \times \Delta t \\ TM &= 2104 \times 5s = 10520s = 2,92h \\ \mathbf{TM} &= \mathbf{2 \text{ horas e } 55 \text{ minutos e } 12 \text{ segundos}}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}TP &= N^{\circ} TP \times \Delta t \\ TP &= 332 \times 5s = 1660s = 0,46h \\ \mathbf{TP} &= \mathbf{27 \text{ minutos e } 36 \text{ segundos}}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}TAV &= N^{\circ} TAV \times \Delta t \\ TAV &= 937 \times 5s = 4685s = 1,30h \\ \mathbf{TAV} &= \mathbf{1 \text{ hora e } 18 \text{ minutos}}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}TAA &= N^{\circ} TAA \times \Delta t \\ TAA &= 1439 \times 5s = 7195s = 2h \\ \mathbf{TAA} &= \mathbf{2 \text{ horas}}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}TAR &= N^{\circ} TAR \times \Delta t \\ TAR &= 437 \times 5s = 2185s = 0,61h \\ \mathbf{TAR} &= \mathbf{36 \text{ minutos e } 36 \text{ segundos}}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\mathbf{CTT} &= \mathbf{\acute{a}rea / TE = 29,78/8,45 = 3,52} \\ \mathbf{CET} &= \mathbf{\acute{a}rea / T.T. = 29,78/16,82 = 1,77}\end{aligned}$$

$$\text{Eficiência de Campo (EC)} = \text{CET} / \text{CTT} = 1,77 / 3,52 = 0,50 = 50 \%$$

$$\text{Velocidade média sem tempos mortos} = \text{TE} = 5,85 \text{ km/h}$$

$$\text{Tempo total} = \text{TE} + \text{TD} + \text{TM} + \text{TP} + \text{TAV} + \text{TAA} + \text{TAR}$$

$$\text{T.T.} = 8,45 + 1,08 + 2,92 + 0,46 + 1,30 + 2 + 0,61$$

$$\text{T.T.} = 16,82 \text{ horas}$$

$$\text{T.T.} = 16 \text{ horas } 49 \text{ minutos e } 12 \text{ segundos}$$

$$2) \text{ TE/TT} = 8,45/16,82 = 0,50$$

$$\text{TD/TT} = 1,08/16,82 = 0,06$$

$$\text{TM/TT} = 2,92/16,82 = 0,17$$

$$\text{TP/TT} = 0,46/16,82 = 0,03$$

$$\text{TAV/TT} = 1,30/16,82 = 0,08$$

$$\text{TAA/TT} = 2/16,82 = 0,12$$

$$\text{TAR/TT} = 0,61/16,82 = 0,04$$

$$3) \text{ TA} = \text{TAV} + \text{TAA} + \text{TAR}$$

$$\text{TA} = 1,30 + 2 + 0,61 = 3,91 \text{ horas}$$

$$\text{TA} = 3 \text{ horas e } 54 \text{ minutos e } 36 \text{ segundos}$$

$$4) \text{ TAV} / \text{TA} = 1,30 / 3,91 = 0,33$$

$$\text{TAA} / \text{TA} = 2 / 3,91 = 0,51$$

$$\text{TAR} / \text{TA} = 0,61 / 3,91 = 0,16$$

$$5) \text{ TMV} = \text{TAV} / n^{\circ} \text{ de viragens} = 1,30 / 109 = 0,012\text{h} = 43,2\text{s}$$

7.1.5 Colheita

Nº TE: 12883

Nº TD: 4975

Nº TM: 2375

Nº TP: 355

Nº TAV: 1877

Nº TAA: 2065

Nº TAM: 1404

Nº TAR: 697

$$1) \text{ TE} = \text{N}^{\circ} \text{ TE} \times \Delta t$$

$$\text{TE} = 12883 \times 5 = 64415\text{s} = 17,89\text{h}$$

$$\text{TE} = 17 \text{ horas } 53 \text{ minutos e } 24 \text{ segundos}$$

$$\text{TD} = \text{N}^{\circ} \text{ TD} \times \Delta t$$

$$\text{TD} = 4975 \times 5 \text{ s} = 24875\text{s} = 6,91\text{h}$$

$$\text{TD} = 6 \text{ horas } 54 \text{ minutos e } 36 \text{ segundos}$$

$$\text{TM} = \text{N}^{\circ} \text{ TM} \times \Delta t$$

$$\text{TM} = 2375 \times 5 \text{ s} = 11875\text{s} = 3,30\text{h}$$

$$\text{TM} = 3 \text{ horas e } 18 \text{ minutos}$$

$$TP = N^{\circ} TP \times \Delta t$$

$$TP = 355 \times 5s = 1775s = 0,49h$$

$$TP = 29 \text{ minutos e } 24 \text{ segundos}$$

$$TAV = N^{\circ} TAV \times \Delta t$$

$$TAV = 1877 \times 5s = 9385s = 2,61h$$

$$TAV = 2 \text{ hora e } 36 \text{ minutos e } 36 \text{ segundos}$$

$$TAA = N^{\circ} TAA \times \Delta t$$

$$TAA = 2065 \times 5s = 10325s = 2,87h$$

$$TAA = 2 \text{ horas } 52 \text{ minutos e } 12 \text{ segundos}$$

$$TAM = N^{\circ} TAM \times \Delta t$$

$$TAM = 1404 \times 5s = 7020s = 1,95h$$

$$TAM = 1 \text{ hora } 57 \text{ minutos}$$

$$TAR = N^{\circ} TAR \times \Delta t$$

$$TAR = 697 \times 5s = 3485s = 0,97h$$

$$TAR = 58 \text{ minutos e } 12 \text{ segundos}$$

$$CTT = \text{área} / TE = 29,78/17,89 = 1,66$$

$$CET = \text{área} / T.T. = 29,78/36,99 = 0,81$$

$$\text{Eficiência de Campo (EC)} = CET / CTT = 0,81 / 1,66 = 0,49 = 49 \%$$

$$\text{Velocidade média sem tempos mortos} = TE = 4,23km/h$$

$$\text{Tempo total} = TE + TD + TM + TP + TAV + TAA + TAM + TAR$$

$$T.T. = 17,89 + 6,91 + 3,30 + 0,49 + 2,61 + 2,87 + 1,95 + 0,97$$

$$T.T. = 36,99 \text{ horas}$$

$$T.T. = 36 \text{ horas } 59 \text{ minutos e } 24 \text{ segundos}$$

$$2) TE/TT = 17,89/36,99 = 0,48$$

$$TD/TT = 6,91/36,99 = 0,19$$

$$TM/TT = 3,30/36,99 = 0,09$$

$$TP/TT = 0,49/36,99 = 0,01$$

$$TAV/TT = 2,61/36,99 = 0,07$$

$$TAA/TT = 2,87/36,99 = 0,08$$

$$TAM/TT = 1,95/36,99 = 0,05$$

$$TAR/TT = 0,97/36,99 = 0,03$$

$$3) TA = TAV + TAA + TAM + TAR$$

$$TA = 2,61 + 2,87 + 1,95 + 0,97 = 8,4 \text{ horas}$$

$$TA = 8 \text{ horas e } 24 \text{ minutos}$$

$$4) TAV / TA = 2,61 / 8,4 = 0,31$$

$$TAA / TA = 2,87 / 8,4 = 0,34$$

$$TAM / TA = 1,95 / 8,4 = 0,23$$

$$TAR / TA = 0,97 / 8,4 = 0,12$$

$$5) \text{ TMV} = \text{TAV} / \text{n}^\circ \text{ de viragens} = 2,61 / 331 = 0,0079\text{h} = 28,4\text{s}$$

7.1.6 Gradagem

Nº TE: 6113

Nº TD: 133

Nº TM: 355

Nº TAM: 100

Nº TAV: 530

$$1) \text{ TE} = \text{N}^\circ \text{ TE} \times \Delta t$$

$$\text{TE} = 6113 \times 5 = 30565\text{s} = 8,49\text{h}$$

TE = 8 horas 29 minutos e 24 segundos

$$\text{TD} = \text{N}^\circ \text{ TD} \times \Delta t$$

$$\text{TD} = 133 \times 5 \text{ s} = 665\text{s} = 0,18\text{h}$$

TD = 10 minutos e 48 segundos

$$\text{TM} = \text{N}^\circ \text{ TM} \times \Delta t$$

$$\text{TM} = 355 \times 5 \text{ s} = 1775\text{s} = 0,49\text{h}$$

TM = 29 minutos e 24 segundos

$$\text{TAV} = \text{N}^\circ \text{ TAV} \times \Delta t$$

$$\text{TAV} = 530 \times 5 \text{ s} = 2650\text{s} = 0,74\text{h}$$

TAV = 44 minutos e 24 segundos

$$\text{TAM} = \text{N}^\circ \text{ TAM} \times \Delta t$$

$$\text{TAM} = 100 \times 5 \text{ s} = 500\text{s} = 0,14\text{h}$$

TAM = 8 minutos e 24 segundos

$$\text{CTT} = \text{área} / \text{TE} = 10,97/8,49 = 1,29$$

$$\text{CET} = \text{área} / \text{T.T.} = 10,97/10,04 = 1,09$$

$$\text{Eficiência de Campo (EC)} = \text{CET} / \text{CTT} = 1,29 / 1,09 = 0,84 = 84 \%$$

$$\text{Velocidade média sem tempos mortos} = \text{TE} = 6,29 \text{ km/h}$$

$$\text{Tempo total} = \text{TE} + \text{TD} + \text{TM} + \text{TAV} + \text{TAM}$$

$$\text{T.T.} = 8,49 + 0,18 + 0,49 + 0,74 + 0,14$$

$$\text{T.T.} = 10,04 \text{ horas}$$

T.T. = 10 horas 2 minutos e 24 segundos

$$2) \text{ TE/TT} = 8,49/10,04 = 0,85$$

$$\text{TD/TT} = 0,18/10,04 = 0,02$$

$$\text{TM/TT} = 0,49/10,04 = 0,05$$

$$\text{TAV/TT} = 0,74/10,04 = 0,07$$

$$\text{TAM/TT} = 0,14/10,04 = 0,01$$

$$3) \text{ TA} = \text{TAV} + \text{TAM}$$

$$\text{TA} = 0,74 + 0,14 = 0,88 \text{ horas}$$

TA = 52 minutos e 48 segundos

$$4) \text{ TAV} / \text{TA} = 0,74 / 0,88 = 0,84$$

$$TAM / TA = 0,14 / 0,88 = 0,16$$

$$5) \quad TMV = TAV / n^{\circ} \text{ de viragens} = 0,74 / 110 = 0,0067h = 24,12s$$

7.1.8 Sementeira convencional

Nº TE: 3691

Nº TM: 347

Nº TAV: 446

Nº TAM: 151

Nº TD: 252

Nº TP: 1153

Nº TAA: 566

Nº TAR: 480

$$1) \quad TE = N^{\circ} TE \times \Delta t$$

$$TE = 3691 \times 5 = 18455s = 5,13h$$

TE = 5 horas 7 minutos e 48 segundos

$$TD = N^{\circ} TD \times \Delta t$$

$$TD = 252 \times 5s = 1260s = 0,35h$$

TD = 21 minutos

$$TM = N^{\circ} TM \times \Delta t$$

$$TM = 347 \times 5s = 1735s = 0,48h$$

TM = 28 minutos e 48 segundos

$$TP = N^{\circ} TP \times \Delta t$$

$$TP = 1153 \times 5s = 5765s = 1,60h$$

TP = 1 hora e 36 minutos

$$TAV = N^{\circ} TAV \times \Delta t$$

$$TAV = 446 \times 5s = 2230s = 0,62h$$

TAV = 37 minutos e 12 segundos

$$TAA = N^{\circ} TAA \times \Delta t$$

$$TAA = 566 \times 5s = 2830s = 0,79h$$

TAA = 47 minutos e 24 segundos

$$TAM = N^{\circ} TAM \times \Delta t$$

$$TAM = 151 \times 5s = 755s = 0,21h$$

TAM = 12 minutos e 36 segundos

$$TAR = N^{\circ} TAR \times \Delta t$$

$$TAR = 480 \times 5s = 2400s = 0,67h$$

TAR = 40 minutos e 12 segundos

$$CTT = \text{área} / TE = 10,97 / 5,13 = 2,14$$

$$CET = \text{área} / T.T. = 10,97 / 9,85 = 1,11$$

$$\text{Eficiência de Campo (EC)} = CET / CTT = 1,11 / 2,14 = 0,52 = 52\%$$

$$\text{Velocidade média sem tempos mortos} = TE = 6,54 \text{ km/h}$$

$$\text{Tempo total} = TE + TD + TM + TP + TAV + TAA + TAM + TAR$$

T.T. = 5,13 + 0,35 + 0,48 + 1,60 + 0,62 + 0,79 + 0,21 + 0,67
T.T. = 9,85 horas
T.T.= 9 horas 51 minutos

2) $TE/TT = 5,13/9,85 = 0,52$

$TD/TT = 0,35/9,85 = 0,04$
 $TM/TT = 0,48/9,85 = 0,05$
 $TP/TT = 1,60/9,85 = 0,16$
 $TAV/TT = 0,62/9,85 = 0,06$
 $TAA/TT = 0,79/9,85 = 0,08$
 $TAM/TT = 0,21/9,85 = 0,02$
 $TAR/TT = 0,67/9,85 = 0,07$

3) $TA = TAV + TAA + TAM + TAR$
 $TA = 0,62 + 0,79 + 0,21 + 0,67 = 2,29$ horas
 $TA = 2$ horas e 17 minutos e 24 segundos

4) $TAV / TA = 0,62 / 2,29 = 0,27$

$TAA / TA = 0,79 / 2,29 = 0,35$
 $TAM / TA = 0,21 / 2,29 = 0,09$
 $TAR / TA = 0,67 / 2,29 = 0,29$

5) $TMV = TAV / n^{\circ} \text{ de viragens} = 0,62 / 78 = 0,008h = 28,8s$

7.2 ANEXO II Ajuste aos tempos de trabalho

7.2.1 Aplicação de herbicida retirando o tempo de deslocação:

TD = 1 hora 27 minutos - 1,45h

Retirando TD : TD= 0

Tempo total retirando deslocações = 8,82 horas - 1,45h = 7,37h

CTT= área / TE = 30/3,8 = 7,89

CET = área/ T.T. = 30/7,37 = 4,07

Eficiência de Campo (EC) = CET / CTT = 4,07 / 7,89 = 0,51 = 51 %

7.2.2 Aplicação de distribuição de calcário diminuindo para metade o tempo de abastecimento:

TAA = 23 minutos – 0,39h

Diminuido para metade =0,195h

Tempo total diminuindo o tempo de deslocações para metade:

T.T = TE + TD + TM + TP + TAV + TAA/2

T.T. = 1,46 + 0,26 + 0,16 + 0,06+ 0,32 + 0,39/2

T.T. = 2,455horas

CTT= área / TE = 30/1,46 = 20,55

CET = área/ T.T. = 30/2,46 = 12,2

Eficiência de Campo (EC)= CET / CTT = 11,32 / 20,55 = 0,59 = 59 %

7.2.3 Aplicação de distribuição de calcário diminuindo para metade o tempo de abastecimento:

TAA = 48 minutos – 0,81h
 Diminuído para metade = 0,41h
 Tempo total diminuindo o tempo de deslocações para metade:
 $T.T = TE + TD + TM + TP + TAV + TAA$
 $T.T. = 2,14 + 0,44 + 0,13 + 0,12 + 0,27 + 0,41$
 $T.T. = 3,51$ horas

$CTT = \text{área} / TE = 30 / 2,14 = 14,02$
 $CET = \text{área} / T.T. = 30 / 3,51 = 8,55$

Eficiência de Campo (EC) = $CET / CTT = 8,55 / 14,02 = 0,55 = 61\%$

7.2.4 Sementeira diminuindo o tempo de deslocação em metade, o tempo morto em 90%, e tempo de abastecimento para metade:

TD= 1,08 - 1 hora 4 minutos
 Diminuindo para metade = 0,54 horas

TM=2,92h - 2 horas e 55 minutos
 Diminuindo 90%= $2,92 \times 0,90 = 2,63 \Rightarrow 2,92 - 2,63 = 0,29h$

TAA=2h – 2horas
 Diminuindo para metade = 1hora

Tempo total = TE + TD + TM + TP + TAV + TAA + TAR
 $T.T. = 8,45 + 0,54 + 0,29 + 0,46 + 1,30 + 1 + 0,61$
 $T.T. = 12,65$ horas

$CTT = \text{área} / TE = 30 / 8,45 = 3,55$
 $CET = \text{área} / T.T. = 30 / 12,65 = 2,37$

Eficiência de Campo (EC) = $CET / CTT = 2,37 / 3,55 = 0,66 = 66\%$

7.2.5 Colheita diminuindo os tempos de deslocação e retirando o tempo de abastecimento:

TD=6,91 – 6 horas e 54 minutos
 Diminuindo 80% = $6,91 \times 0,80 = 5,53 \Rightarrow 6,91 - 5,53 = 1,38h$

TAA=2,87 – 2 horas e 52minutos
 Retirando TAA = 0

Tempo total = TE + TD + TM + TP + TAV + TAA + TAM + TAR
 $T.T. = 17,89 + 1,38 + 3,30 + 0,49 + 2,61 + 0 + 1,95 + 0,97$
 $T.T. = 28,59$ horas

$$CTT = \text{área} / TE = 30/817,89 = 1,67$$

$$CET = \text{área} / T.T. = 30/28,59 = 1,05$$

$$\text{Eficiência de Campo (EC)} = CET / CTT = 1,05 / 1,67 = 0,63 = 63 \%$$

Sementeira convencional diminuindo o tempo de preparação:

$$TP = 1,60h - 1 \text{ hora e } 36 \text{ minutos}$$

$$\text{Diminuindo } 80\% = 1,60 \times 0,80 = 1,28 \Rightarrow 1,60 - 1,28 = 0,32h$$

$$\text{Tempo total} = TE + TD + TM + \mathbf{TP} + TAV + TAA + TAM + TAR$$

$$T.T. = 5,13 + 0,35 + 0,48 + \mathbf{0,32} + 0,62 + 0,79 + 0,21 + 0,67$$

$$T.T. = \mathbf{8,57} \text{ horas}$$

$$CTT = \text{área} / TE = 12/5,13 = 2,34$$

$$CET = \text{área} / T.T. = 12/8,57 = 1,40$$

$$\text{Eficiência de Campo (EC)} = CET / CTT = 1,40 / 2,34 = 0,60 = 60\%$$

7.3 ANEXO III - Análise de solo

Analyse de terre

LUIS TORRES PEREIRA (+351917219867)
R. ANT. JOSE COUVINHA, 8-1D
7005 296 EVORA PORTUGAL

Pedro GUICMAR
NON RENDEUSE

HERDADE DA FRANCE LHERA
RUA DA ALMADA NOGROBROS Nº1
00

Nº Screenshot : 3746773

HERDADE DA FRANCE LHERA
RUA DA ALMADA NOGROBROS Nº1
00

Durante PIVOT NOVO
Nº Screenshot : 3746773

30 ha

AGRICULTURE
 Agriculture (Sécheresse)
 Agriculture (Sécheresse)
 Agriculture (Sécheresse)

CERTIFICATION
 Agriculture (Sécheresse)
 Agriculture (Sécheresse)
 Agriculture (Sécheresse)

Euro analyse

général pour l'analyse de terre

Capacité d'échange en cations (CEC)

CEC = 10.6 meq / 100 g

Capacité d'échange en cations (CEC)

CEC = 10.6 meq / 100 g

Capacité d'échange en cations (CEC)

CEC = 10.6 meq / 100 g

Historique de fertilisation

HERDADE DA FRANCE LHERA
RUA DA ALMADA NOGROBROS Nº1
00

Durante PIVOT NOVO
Nº Screenshot : 3746773

30 ha

AGRICULTURE
 Agriculture (Sécheresse)
 Agriculture (Sécheresse)
 Agriculture (Sécheresse)

CERTIFICATION
 Agriculture (Sécheresse)
 Agriculture (Sécheresse)
 Agriculture (Sécheresse)

Equilibre chimique

HERDADE DA FRANCE LHERA
RUA DA ALMADA NOGROBROS Nº1
00

Durante PIVOT NOVO
Nº Screenshot : 3746773

30 ha

AGRICULTURE
 Agriculture (Sécheresse)
 Agriculture (Sécheresse)
 Agriculture (Sécheresse)

CERTIFICATION
 Agriculture (Sécheresse)
 Agriculture (Sécheresse)
 Agriculture (Sécheresse)

Complexo Argilo Humique

HERDADE DA FRANCE LHERA
RUA DA ALMADA NOGROBROS Nº1
00

Durante PIVOT NOVO
Nº Screenshot : 3746773

30 ha

AGRICULTURE
 Agriculture (Sécheresse)
 Agriculture (Sécheresse)
 Agriculture (Sécheresse)

CERTIFICATION
 Agriculture (Sécheresse)
 Agriculture (Sécheresse)
 Agriculture (Sécheresse)

Equilibre chimique

HERDADE DA FRANCE LHERA
RUA DA ALMADA NOGROBROS Nº1
00

Durante PIVOT NOVO
Nº Screenshot : 3746773

30 ha

AGRICULTURE
 Agriculture (Sécheresse)
 Agriculture (Sécheresse)
 Agriculture (Sécheresse)

CERTIFICATION
 Agriculture (Sécheresse)
 Agriculture (Sécheresse)
 Agriculture (Sécheresse)

Conséils P K Mg

HERDADE DA FRANCE LHERA
RUA DA ALMADA NOGROBROS Nº1
00

Durante PIVOT NOVO
Nº Screenshot : 3746773

30 ha

AGRICULTURE
 Agriculture (Sécheresse)
 Agriculture (Sécheresse)
 Agriculture (Sécheresse)

CERTIFICATION
 Agriculture (Sécheresse)
 Agriculture (Sécheresse)
 Agriculture (Sécheresse)

Conséils P K Mg

HERDADE DA FRANCE LHERA
RUA DA ALMADA NOGROBROS Nº1
00

Durante PIVOT NOVO
Nº Screenshot : 3746773

30 ha

AGRICULTURE
 Agriculture (Sécheresse)
 Agriculture (Sécheresse)
 Agriculture (Sécheresse)

CERTIFICATION
 Agriculture (Sécheresse)
 Agriculture (Sécheresse)
 Agriculture (Sécheresse)

Conséils Organo-éléments

HERDADE DA FRANCE LHERA
RUA DA ALMADA NOGROBROS Nº1
00

Durante PIVOT NOVO
Nº Screenshot : 3746773

30 ha

AGRICULTURE
 Agriculture (Sécheresse)
 Agriculture (Sécheresse)
 Agriculture (Sécheresse)

CERTIFICATION
 Agriculture (Sécheresse)
 Agriculture (Sécheresse)
 Agriculture (Sécheresse)

Conséils Organo-éléments

HERDADE DA FRANCE LHERA
RUA DA ALMADA NOGROBROS Nº1
00

Durante PIVOT NOVO
Nº Screenshot : 3746773

30 ha

AGRICULTURE
 Agriculture (Sécheresse)
 Agriculture (Sécheresse)
 Agriculture (Sécheresse)

CERTIFICATION
 Agriculture (Sécheresse)
 Agriculture (Sécheresse)
 Agriculture (Sécheresse)